

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift  
⑬ EP 0 568 822 B 1  
⑭ DE 693 16 260 T 2

⑮ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 J 15/00**  
H 01 M 8/06  
H 01 M 8/04

⑯ Unionspriorität:

114014/92            06. 04. 92 JP  
29966/93            25. 01. 93 JP

⑰ Patentinhaber:

Osaka Gas Co. Ltd., Osaka, JP

⑱ Vertreter:

Diehl, Glaeser, Hiltl & Partner, 80639 München

⑲ Benannte Vertragstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑳ Erfinder:

Ishimaru, Kimio, Nara-shi, Nara-ken, 631, JP;  
Nakashiba, Akio, Katano-shi, Osaka-fu, 576, JP;  
Koga, Masahiro, Kawasaki-shi, Kanagawa-ken, 213,  
JP; Ohnishi, Hisao, Osaka, 554, JP; Kawahara,  
Hideaki, Yao-shi, Osaka-fu, 581, JP

㉑ Energieversorgungssystem

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

**DE 693 16 260 T 2**

**BEST AVAILABLE COPY**

**DE 693 16 260 T 2**

0568822

Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft ein Energieversorgungssystem zum Liefern von Energie unter optimaler Bedingung an Energieverbraucher zum Verbrauch von Wärme und Elektrizität beim Erwärmen von Wasser, Kochen, Beleuchten, Kühlen und Erwärmen von Räumen, sowie für Arbeitsgeräte und Ausrüstungen zu verschiedenen anderen Zwecken.

Bei der Versorgung mit Wärme und Elektrizität, wie oben erwähnt, wird Wärme hauptsächlich durch Verbrennen von Gas erzeugt, während Elektrizität von einem Kraftwerk geliefert wird. Mit der Verteilung von Klimaanlagen erreicht im Sommer die Nachfrage nach handelsüblicher Elektrizität während der Stunden zwischen 11 und 17 Uhr ihr Maximum. Elektroenergieerzeuger müssen Energieerzeugungsanlagen und -übertragungsanlagen einrichten, um den Energiespitzenbedarf in kurzer Zeit während eines derart kurzen Zeitraums des Jahres zu befriedigen.

Jedoch haben sich beim Errichten neuer Kraftwerke insoweit Schwierigkeiten ergeben, als örtliche Gemeinden dazu neigen, sich gegen Wärmekraftwerke auszusprechen, und zwar hauptsächlich mit der Begründung des Umweltproblems. Das Entsprechende gilt für Kernkraftwerke, hauptsächlich unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit. Der Verlauf des Energieverbrauchs schwankt durch das Jahr hindurch, wobei während eines begrenzten Zeitraums im Sommer der Verbrauch ein Maximum erreicht. Selbst wenn neue Kraftwerke gebaut werden, ist der jährliche Nutzbarkeitsfaktor sehr niedrig. Folglich ist das unwirtschaftlich, weil neue Kraftwerke im Vergleich zur erforderlichen Investition für das Kraftwerk einen äußerst niedrigen Nutzeffekt haben. Andererseits erreicht der Bedarf an Stadtgas im Winter sein Maximum und im Sommer sein Mini-

um. Die Stadtgasunternehmen müssen die Produktions- und die Versorgungsanlagen so einrichten, daß sie den Maximalbedarf im Winter decken. Solche Anlagen leiden durch das Jahr hindurch an einem sehr niedrigen Nutzbarkeitsfaktor, insbesondere im Sommer.

Somit besteht ein Bedarf für die Entwicklung eines Energieversorgungssystems, das es den Strom- und den Stadtgasunternehmen erlaubt, ihre entsprechenden Einrichtungen wirksam zu nutzen.

Systeme zur Lieferung von Energie an Energieverbraucher, die Wärme und Elektrizität verbrauchen, sind beispielsweise solche, die als Coerzeugungssystem bekannt sind. Das Coerzeugungssystem liefert kommerzielle elektrische Energie (die von Energiedienstleister gegen Bezahlung gelieferte Energie), wobei die Energie durch Antreiben eines Generators mit einem Gasmotor oder einer Gasturbine und aus der Abwärme aus diesen Maschinen erhalten wird. Ein solches System ist in der JP-A-2245453 beschrieben.

Das vorgenannte Coerzeugungssystem weist einen hohen Energienutzeffekt auf und bietet die Vorteile von niedrigen Energiekosten, geringer vertraglicher Forderungen und Elektrizität in entsprechender Menge. Jedoch wurde im Hinblick auf das Antreiben des Generators mit Gasmotoren oder Gasturbinen nur ein Betrieb mit minimalem Treibstoffverbrauch oder ein Nennbetrieb aufrechterhalten. Das System wurde nicht derart betrieben, daß der Nutzeffekt des Gesamtsystems in Betracht gezogen oder die Sache unter einem nationalen Gesichtspunkt gesehen wurde.

Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung des obengenannten Standes der Technik gemacht. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein Energieversorgungssystem bereitzustellen, das Energie wirksam ausnutzt

und sowohl aus der Sicht des Verbrauchers als auch aus nationaler Sicht die Umwelt schont.

Andere Aufgaben der Erfindung ergeben sich aus der folgenden 5 Beschreibung.

Die vorgenannte Aufgabe löst man gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Energieversorgungssystem mit einer energieaufnehmenden Einrichtung zur Aufnahme von elektrischer 10 Energie von einem Kraftwerk, einer im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung zum Erzeugen von Energie und Wärme unter Einsatz von mindestens etwas Kraftstoff, der an einer Kraftstoffaufnahmeverrichtung aufgenommen wird, einer Energieversorgungsvorrichtung zum Liefern, bei gegenseitiger 15 Verbindung im System, der an der Energieaufnahmeeinrichtung aufgenommenen Energie und der durch die im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung erzeugten Energie zu einer energieverbrauchenden Einrichtung, und mit einer WärmeverSOR- 20 gungsvorrichtung zum Liefern der von der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung erzeugten Wärme zu einer wärme- verbrauchenden Einrichtung. Das Energieversorgungssystem weist einen Arbeitsmengenrechner zum Berechnen der Arbeitsmenge der genannten im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung auf, um eine Gleichung "y", die unten angegeben ist, 25 zu minimieren, wenn ein Energiebedarf eines Energieverbrauchers gedeckt wird. Ferner ist das Energieversorgungssystem mit einer Steuervorrichtung zum Steuern der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung versehen, um die Arbeitsmenge zu erfüllen, die durch den Arbeitsmengenrechner berech- 30 net worden ist,

$$y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N, \text{ worin}$$

"a", "b" und "c" Einflußkoeffizienten  $a \geq 0$ ,  $b \geq 0$  und 35  $c \geq 0$  sind, die nicht gleichzeitig den Wert Null annehmen, wobei die Koeffizienten "a", "b" und "c" durch einen Abschät-

5      zer gemäß einem ausgewählten Abschätzungsmodus bestimmbar sind, jedoch a · L, b · M und c · N unmöglich abzuschätzen sind, ohne daß sie wie in der Ausführungsform geordnet werden, da "L", "M" und "N" in der Größenordnung und in der Einheit verschieden sind,

"L" Energiekosten bedeuten, die durch den Energieverbraucher getragen werden, wenn der Energiebedarf gedeckt wird,

10     "M" eine berechnete Gesamtmenge an Primärenergie ist, die verbraucht wird, um den Energiebedarf zu decken und

15     "N" eine berechnete Gesamtmenge an Umweltverunreinigungen ist, die freigesetzt werden, wenn der Energiebedarf gedeckt wird.

20     Bei dem Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung steuert die Steuervorrichtung die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung, damit sie unter optimaler Bedingung arbeitet, und zwar bezüglich der vom Energieverbraucher getragenen Kosten, des Verbrauchs an Primärenergie und der Freisetzung von Umweltverunreinigungen. Auf diese Weise wird der Wärme und Elektrizität benötigende Energieverbraucher mit der nötigen Wärmemenge und einer entsprechenden 25     Elektrizitätsmenge beliefert. Beim Vorgang der Lieferung von Wärme und Energie wird die durch die Wärmeerzeugung erhaltene Energie der vom Kraftwerk erhaltenen Energie hinzugefügt.

30     Somit kann bei dem Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung unter optimaler Bedingung betrieben werden, und zwar bezüglich der vom Energieverbraucher getragenen Kosten, des Verbrauchs an Primärenergie und der Freisetzung von Umweltverunreinigungen, um Wärme und Energie dem Energieverbraucher zuzuführen. Dieses System ist in der Lage, eine umfassende 35     Verbesserung des Energienutzeffekts zu liefern, nicht nur bei

der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung, sondern auch bei dem Hinzunehmen von kommerzieller Elektrizität. Dieses System verringert die Last des Energieverbrauchers, vermindert die Notwendigkeit neuer Erzeugungs- und Transporteinrichtungen und verkleinert das Freisetzen von Umweltverunreinigungen. Das heißt, dieses Energieversorgungssystem verwirklicht ein wirksames Ausnutzen von Energie vom Standpunkt des Energieverbrauchers und vom nationalen Standpunkt aus. Gleichzeitig trägt dieses System zur Schonung der Umwelt bei.

10

Das Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann ferner eine im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung neben der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung aufweisen, wobei die Wärme, die durch die im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung erzeugt worden ist, auch an die wärmeverbrauchende Einrichtung geliefert wird.

Die im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung kann betrieben werden, um Wärme in dem Fall zu liefern, in dem ein normaler Wärmebedarf oder ein vorübergehender Anstieg desselben vorliegt. Dies erlaubt es, daß die im System vorliegende Energieerzeugungsvorrichtung eine verminderte Größe aufweist, wodurch ein wirtschaftlicher Systemaufbau und wirtschaftlicher Betrieb ermöglicht werden.

25

Die durch die im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung erzeugte Wärme wird genutzt, wenn der Wärmebedarf vorübergehend ansteigt und die Wärmelastung der wärmeverbrauchenden Einrichtung die Wärmemenge überschreitet, die aus der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung erhältlich ist. Das ist insoweit wirtschaftlich, als eine kleine im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung ausreicht, anstelle des Bedarfs einer im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung, die in der Lage ist, einen maximalen Wärmebedarf zu befriedigen.

Das Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann weiterhin eine Vorrichtung zur Aufnahme von Brenngas aufweisen, wobei eine Kundenwärme verbrauchende Einrichtung als eine energieverbrauchende Einrichtung des Energieverbrauchers vorgesehen ist, um als Wärmequelle ein Brenngas, das an der brenngasaufnehmenden Vorrichtung aufgenommen wird, und/oder die Energie oder die Wärme zu verwenden, wobei der Energiebedarf den Bedarf der Kundenwärme verbrauchenden Einrichtung einschließt. Mit diesem Aufbau kann das System vom wirtschaftlichen und nationalen Standpunkt aus optimiert werden, auch dort, wo der Energieverbraucher eine energieverbrauchende Einrichtung hat, die direkt ein Brenngas als Wärmequelle benutzt.

Wenn der Energieverbraucher eine energieverbrauchende Einrichtung hat, die für die Benutzung von Strom, Wärme und Brenngas eingerichtet ist, kann die optimale Arbeitsmenge der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung nach dem Bestimmen einer Prioritätenreihenfolge der Benutzung berechnet werden.

Dann wird die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung in der berechneten optimalen Menge betrieben. Die energieverbrauchenden Einrichtungen des Energieverbrauchers werden unter dieser Bedingung und mit zentraler Steuerung angetrieben (eine lokale Steuerung ist dort möglich, wo geringe Belastungsschwankungen auftreten).

Somit kann die Optimierung die energieverbrauchenden Einrichtungen einschließen, die für den Einsatz von sowohl Strom als auch Wärme eingerichtet sind.

Der Verbrauch von Primärenergie bezieht sich auf den Verbrauch beim Kraftwerk, bei der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung und bei der brenngasverbrauchenden Einrichtung (ausschließlich der im System liegenden Energieer-

zeugungsvorrichtung), um den Energiebedarf des Energieverbrauchers zu decken. Die brenngasverbrauchende Einrichtung bezieht sich im allgemeinen auf eine Einrichtung, wie einen Boiler oder eine andere im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung (ausschließlich der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung) und die Trockner des Energieverbrauchers oder eine andere, Kundenwärme verbrauchende Einrichtung, die ein Brenngas verbraucht. Jedoch können diese Ausstattungsteile der Einfachheit halber durch die Kundenwärme verbrauchende Einrichtung ersetzt werden.

Die elektrische Energie verbrauchende Einrichtung bezieht sich auf eine Einrichtung, die Wechsel- und/oder Gleichstrom benutzt. Die wärmeverbrauchende Einrichtung bezieht sich auf eine Einrichtung, die Warmwasser und/oder Wasserdampf benutzt. Warmwasser und/oder Wasserdampf werden für die direkte Versorgung mit Warmwasser oder als Wärmequelle zum Erwärmen von Räumen oder für eine Absorptionsheizung/kühlung oder als Wärmequelle für chemische oder mechanische Einrichtungen benutzt.

Der Energiebedarf bezieht sich auf den Bedarf an elektrischer Energie und Wärme. Der Energiebedarf kann durch eine gut bekannte Methode bestimmt werden. Das heißt, die elektrische Energie kann mit einem Wattmeter gemessen werden. Die Wärme kann durch  $W \cdot (I_o - I_r)$  im Fall eines Kreislaufsystems gemessen werden, wo ein warmes Fluid aus einer Brennstoffzelle zugeführt und dorthin zurückgebracht wird, nachdem seine Wärme von einer wärmeverbrauchenden Einrichtung abgestrahlt worden ist.

In dem obigen Ausdruck bedeuten "W" die Fließgeschwindigkeit des warmen Fluids (kg/h) und "I" die Enthalpie (kcal/kg; 1 kcal = 4186,8 J). Wenn das Fluid keiner Phasenänderung und keiner Änderung der spezifischen Wärme "C" (kcal/kg · °C) unterliegt, ergibt sich  $W \cdot C \cdot (T_o - T_r)$ , worin "T" die Tem-

ratur ( $^{\circ}\text{C}$ ) ist. Der Index "o" bedeutet die Abgabe aus dem Energieversorgungssystem, und der Index "r" die Rückführung von dem Energieversorgungssystem.

- 5 Primärenergie schließt fossile Energie, wie LNG (verflüssigtes Erdgas), Kohle und Erdöl, Atomenergie, wie Uran, und hydraulische Energie aus einem Wasserkraftwerk ein.

- 10 Wenn nur fossile Brennstoffe, wie LNG, Naphtha, Schweröl und Kohle in Betracht gezogen werden und eine Mehrzahl solcher Brennstoffe benutzt wird, kann "M" oder der Verbrauch der Primärenergie in Form eines dieser Brennstoffe ausgedrückt werden. Die Umwandlung kann auf Kalorien bezogen werden, wobei Brennstoffqualitäten oder Kaufpreise mit berücksichtigt werden. Wenn die Kernenergieerzeugung bewertet wird, kann auch bezüglich der Kosten oder ähnlichem ein spaltbares Material im Sinne einer Äquivalenz zu LNG umgewandelt werden. Die Auswahl des Brennstoffs für die Verwendung in der Bewertung ist willkürlich. Der Primärenergieverbrauch bei einem Wasserkraftwerk ist normalerweise vernachlässigbar.

- 25 Beispiele für "N" oder Umweltverunreinigungen sind  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_x$ . Eine Abschätzung dieser Größen kann durch  $N = W_1[\text{CO}_2] + W_2[\text{NO}_x] + W_3[\text{SO}_x]$ , worin  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  Bewertungskoeffizienten sind, erfolgen. Wenn nur  $\text{CO}_2$  betrachtet wird, können die Koeffizienten  $W_1 = 1$ ,  $W_2 = 0$  und  $W_3 = 0$  sein. Wenn nur  $\text{NO}_x$  betrachtet wird, können die Koeffizienten  $W_1 = 0$ ,  $W_2 = 1$  und  $W_3 = 0$  sein. Wenn nur  $\text{SO}_x$  betrachtet wird, können die Koeffizienten  $W_1 = 0$ ,  $W_2 = 0$  und  $W_3 = 1$  sein. Die für die Abschätzung benutzte Verunreinigung kann entsprechend den Umständen ausgewählt werden.

- 35 Das System kann mit dem obigen Ausdruck "y", der in Form von  $y = a \cdot L$  modifiziert wurde, d.h., es werden nur die Energiekosten in Betracht gezogen, ausgeführt und kontrolliert werden. In diesem Fall können Wärme und Elektrizität dem

Energieverbraucher zugeführt werden, um seinen Energiebedarf in solcher Weise zu decken, daß die durch den Energieverbraucher getragenen Kosten minimiert werden.

- 5 Somit ist es äußerst wirtschaftlich, daß der Energiebedarf mit einem Minimum an Kosten, die durch den Energieverbraucher getragen werden, gedeckt wird.

Das System kann mit dem obigen Ausdruck "y", der in Form von  
 10  $y = b \cdot M$  modifiziert ist, d.h. es wird nur der Gesamtverbrauch der Primärenergie in Betracht gezogen, ausgeführt und kontrolliert werden. In diesem Fall können Wärme und Elektrizität dem Energieverbraucher zugeführt werden, um seinen Energiebedarf in solcher Weise zu decken, daß die berechnete  
 15 Menge des Primärenergieverbrauchs, einschließlich der im Kraftwerk, in der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung und in der brenngasverbrauchenden Einrichtung verbrauchten Primärenergie, minimiert wird.

20 Da der Energieverbrauch in solcher Weise gedeckt wird, daß die berechnete Gesamtmenge des Primärenergieverbrauchs, einschließlich der Mengen der verbrauchten Primärenergie im Kraftwerk, in den im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtungen usw., minimiert wird, können Energiequellen und  
 25 andere Mittel auf nationaler Ebene deutlich geschont werden.

Das System kann mit dem vorgenannten Ausdruck "y", der in Form von  $y = c \cdot N$  modifiziert wurde, d.h. es wird nur eine Gesamtmenge an freigegebenen Umweltverunreinigungen in  
 30 Betracht gezogen, ausgeführt und kontrolliert werden. In diesem Fall können Wärme und Elektrizität dem Energieverbraucher zugeführt werden, um seinen Energiebedarf zu decken, und zwar in solcher Weise, daß die berechnete Gesamtmenge der Umweltverunreinigungen, einschließlich der Umweltverunreinigungen, die von dem Kraftwerk, den im System liegenden Energieerzeu-

gungsvorrichtungen und der brenngasverbrauchenden Einrichtung freigegeben werden, minimiert wird.

Da der Energiebedarf in solcher Weise gedeckt wird, daß die berechnete Gesamtmenge an Umweltverunreinigungen, einschließlich der Mengen der Umweltverunreinigungen, die von dem Kraftwerk, den im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtungen usw., freigegeben werden, minimiert wird, kann Umweltverunreinigung global verhindert werden.

10

Das System kann unter Berücksichtigung von  $y = a \cdot L + b \cdot M$ ,  $y = b \cdot M + c \cdot N$  oder  $y = a \cdot L + c \cdot N$  ausgeführt und kontrolliert werden. Dies alles sind spezielle Fälle, die im Rahmen der Erfindung liegen, bei der  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$  gilt. In diesen speziellen Fällen kann  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$  dem System zugeordnet werden, wobei Null einem oder mehreren unnötigen Koeffizienten zugeordnet wird, oder ein Ausdruck, der eine unbenutzte Größe nicht einschließt, kann vorher in einem Speicher abgelegt werden.

20

Die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung kann eine Brennstoffzelle zum Erzeugen von elektrischer Energie und Wärme oder eine Vorrichtung zum Erzeugen von Strom und Wärme unter Einsatz eines Gasmotors oder einer Gasturbine für den Antrieb eines Generators aufweisen.

Die Brennstoffzelle kann dem Phosphattyp, dem Typ des festen Elektrolyten oder dem Typ des geschmolzenen Carbonats angehören. Der Phosphattyp, bei dem eine Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff abläuft, wurde bereits in der Praxis eingesetzt und kann auf dieses System direkt angewandt werden.

Normalerweise wird die im System vorliegende Energieerzeugungsvorrichtung an einer Stelle eingerichtet, die dem Ort

des Energieverbrauchs durch den Energieverbraucher benachbart ist.

In den letzten Jahren wurde in der Forschung der Brennstoffzellen des Phosphattyps, die Wasserstoff und Sauerstoff als Rohstoffe verwendet, um elektrische Energie und Abwärme abzugeben, ein Fortschritt erzielt. Eine Brennstoffzelle, die etwa 200 kW abgibt, hat die Stufe des praktischen Einsatzes erreicht. Bezuglich der Energiezufuhr hat das Kraftwerk einen Nutzeffekt von etwa 40%, wobei die Flüssigkeitszelle einen Energieerzeugungsnutzeffekt von etwa 40% und einen Wärmeerzeugungsnutzeffekt von etwa 40% aufweist. Somit ist die Flüssigkeitszelle ein attraktives Mittel als neues Energieversorgungssystem. Mit der Flüssigkeitszelle, die als die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung benutzt wird, kann der Energieverbraucher mit der Wärme, die aus der Flüssigkeitszelle erhalten wird, und mit der Energie, die aus der Flüssigkeitszelle und dem Kraftwerk erhalten wird, versorgt werden.

Wenn die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung einen Gasmotor oder eine Gasturbine verwendet, um einen Generator zum Erzeugen von Strom und Wärme anzutreiben, ist die Hauptkomponente der Vorrichtung der Gasmotor oder die Gasturbine, die einen rauen und schwierigen Antrieb aufweist. Dies verursacht eine Anzahl von Nachteilen, wie die Tatsache, daß der Betrieb der Vorrichtung besondere Aufmerksamkeit erfordert, die Wartung der Vorrichtung besondere Fachkenntnis voraussetzt, der Erzeugungsnutzeffekt niedrig ist und die Vorrichtung NO<sub>x</sub> bildet. Diese Nachteile werden vermindert, wenn als die in dem System liegende Energieerzeugungsvorrichtung, wie oben angegeben, eine Brennstoffzelle eingesetzt wird. Zusätzlich erzeugt die Brennstoffzelle Wasser aus der Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff, und dieses Wasser kann auch mit Vorteil verwendet werden.

Das Energieversorgungssystem kann ferner einen Wärmespeicher zum Speichern von überflüssiger Wärme in Form von Warmwasser, die durch die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung erzeugt worden ist, umfassen. Ferner kann bei dem Energieversorgungssystem eine Wärmerückführungsvorrichtung zum Zuführen der in dem Speicher bevoorrateten Wärme an die wärmeverbrauchende Einrichtung während eines Zeitraums der Wärmeknappheit vorliegen. Soweit die Belastungsfähigkeit der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung aus einer Wärmebelastung bestimmt wird, kann die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung eine verminderte Belastungsfähigkeit aufweisen, da die Wärmebelastung egalisiert wird.

Somit kann die zu normalen Zeiten überflüssige Wärme gespeichert werden, um sie zu verwenden, wenn der Wärmebedarf vorübergehend ansteigt. Dies ist insoweit wirtschaftlich, als eine kleine im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung ausreicht und keine im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung nötig ist, die in der Lage ist, einen maximalen Wärmebedarf zu befriedigen.

Wärmeknappheiten können durch thermische Umwandlung von überflüssiger elektrischer Energie gedeckt werden, zum Beispiel durch den Einsatz einer Heizvorrichtung oder einer anderen Vorrichtung zur Umwandlung von Elektrizität in Wärme.

Die aus der thermischen Umwandlung von überflüssiger Energie durch die Vorrichtung zur Umwandlung von Elektrizität in Wärme erhaltene Wärme wird dann ergänzend zugeführt, wenn der Wärmebedarf vorübergehend ansteigt und die Wärmebelastung der wärmeverbrauchenden Einrichtung größer wird als es der Wärme entspricht, die von der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung erhältlich ist. Dies ist insoweit wirtschaftlich, als eine kleine im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung ausreicht und keine im System liegende Ener-

gieerzeugungsvorrichtung benötigt wird, die einen maximalen Wärmebedarf befriedigen kann.

Das Energieversorgungssystem kann weiterhin einen Energiespeicher zum Speichern von Energie aufweisen, die von der Energieaufnahmeeinrichtung geliefert wird, oder zum Speichern eines Teils der Energie, die durch die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung während einer Zeit niedrigen Energiebedarfs erzeugt wird. Ferner kann das Energieversorgungssystem eine Rückführvorrichtung zum Rückführen von Energie, die in dem Energiespeicher gespeichert ist, zu der energieverbrauchenden Einrichtung, beinhalten. Dies ermöglicht ein Ausgleichen des Bedarfs an kommerzieller Elektrizität. Soweit die Belastungsfähigkeit der Brennstoffzelle aus einer Energiebelastung bestimmt wird, kann die Brennstoffzelle eine verminderte Belastungsfähigkeit aufweisen.

Somit kann die in dem Energiespeicher gespeicherte Energie zum Ausgleichen einer Knappheit verwendet werden, wenn der Energiebedarf vorübergehend ansteigt. Dies ist insoweit wirtschaftlich, als an der Energieaufnahmeeinrichtung eine ausreichende Energie, die einen maximalen Energiebedarf deckt, nicht erhalten werden muß. Dadurch wird die vertragliche Forderung verringert.

Das Energieversorgungssystem kann ferner eine Rückströmungsvorrichtung aufweisen, durch die ein Rückstrom eines Teils der Energie, die in der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung erzeugt worden ist, zu dem externen Kraftwerk bewirkt, wenn die durch die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung erzeugte Energie den Energiebedarf übersteigt.

Wenn bei dieser Konstruktion ein großer Wärmebedarf besteht und überflüssige Energie durch die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung erzeugt wird, kann die Energie über

die Rückströmung an das externe Kraftwerk zum wirksamen Einsatz geführt werden. Dies verbessert den Energienutzeffekt des ganzen Systems und trägt zur Förderung der nationalen Wirtschaft bei. An einer brenngasaufnehmenden Vorrichtung kann Wasserstoffgas aufgenommen werden, um es als Brennstoff für die Brennstoffzelle zu benutzen. Jedoch ist es wirtschaftlicher, wenn an der brennstoffaufnehmenden Vorrichtung ein Kohlenwasserstoffbrennstoff (z.B. Methan, Propan oder Butan) aufgenommen und in einem Reformer daraus Wasserstoff erzeugt wird, der als Brennstoff für die Brennstoffzelle dient.

Wenn der Kohlenwasserstoffbrennstoff zum Betrieb der Brennstoffzelle eingesetzt wird, kann Wasserstoffgas aus dem Reformer erhalten werden, um es dann als Brennstoff für die Brennstoffzelle zu benutzen. Somit ist es ausreichend, den Kohlenwasserstoffbrennstoff für den Betrieb der Brennstoffzelle zuzuführen, was die Anwendbarkeit fördert.

Das Energieversorgungssystem kann ferner einen Gasspeicher zum Speichern von mindestens Wasserstoffgas aufweisen, das zusammen mit Sauerstoffgas durch Elektrolyse von Wasser erzeugt worden ist, die unter Einsatz von überflüssiger Energie durchgeführt worden ist, wenn die Brennstoffzelle unter hoher Belastung betrieben wird, um einen thermischen Bedarf zu decken, obwohl elektrische Energie überflüssig ist. Das gespeicherte Wasserstoffgas kann der Brennstoffzelle zugeführt werden.

Wenn als Brennstoff für die Brennstoffzelle ein Kohlenwasserstoffbrennstoff eingesetzt wird, kann dieser als Rohstoff zur Herstellung von Wasserstoffgas in einem Reformer benutzt werden. Das hergestellte Wasserstoffgas kann der Brennstoffzelle zugeführt werden.

Das durch überflüssige Energie erzeugte Wasserstoffgas kann dann in dem Gasspeicher gehalten werden, um es als Brennstoff für die im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung zu verwenden. Dies erlaubt eine verringerte Brennstoffmenge, die 5 in der Brennstoffaufnahmeverrichtung aufgenommen wird, wodurch andere Rohstoffquellen geschont werden.

Das durch das Reformieren von Kohlenwasserstoff erzeugte Wasserstoffgas kann für die Verwendung in Zeiten hoher Belastung 10 gelagert werden. Das Energieversorgungssystem kann ferner eine Solarzelle aufweisen, die mit der energieverbrauchenden Einrichtung verbunden ist. Somit kann von dort erhaltene Energie der energieverbrauchenden Einrichtung zugeführt werden.

15 Da die von der Solarzelle erhaltene Energie der energieverbrauchenden Einrichtung zugeführt wird, erreicht man eine deutliche Verringerung der Energiemenge, die an der Energieaufnahmeeinrichtung aufgenommen wird, und in der Energiemenge, die aus der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung erhalten wird.

20 Zum Zwecke der Erläuterung der Erfindung werden in den Zeichnungen verschiedene Formen dargestellt, die gegenwärtig bevorzugt sind. Es ist aber selbstverständlich, daß die Erfindung auf die gezeigten genauen Anordnungen und Instrumente nicht beschränkt ist.

Fig. 1 ist ein Blockschema eines Energieversorgungssystems 30 gemäß der Erfindung.

Fig. 2 ist ein Blockschema eines Steuersystems.

Fig. 3 ist eine graphische Darstellung, welche die Beziehung 35 zwischen dem Gesamtindex und der Arbeitsmenge einer Brennstoffzelle zeigt.

Fig. 4 ist eine graphische Darstellung, welche den Verlauf des Wärmeenergiebedarfs in einem Vergleichsbeispiel zeigt.

5

Fig. 5 ist eine graphische Darstellung, die den Verlauf des Elektrizitätsbedarfs in dem Vergleichsbeispiel zeigt.

10

Fig. 6 ist eine graphische Darstellung, die den Betriebsverlauf der Brennstoffzelle zeigt.

Fig. 7 ist eine graphische Darstellung, welche den Verlauf der Aufnahme an kommerzieller Elektrizität zeigt.

15

Die vorliegende Erfindung für die Energieversorgung in optimaler Weise wird unter Bezugnahme auf eine Ausführungsform, wie sie in den Zeichnungen erläutert ist, beschrieben. Jedoch ist der technische Umfang der Erfindung auf diese Ausführungsform nicht beschränkt.

20

Es wird auf das Blockschema in Fig. 1 Bezug genommen. Ein Energieverbraucher weist eine elektrische energieverbrauchende Einrichtung 3 auf, bei der eine Gruppe einer Gleichstromeinrichtung 1, eine Gruppe einer Wechselstromeinrichtung 2 und eine elektrische Heizung/Kühlung 4a, die ein Typ der Wechselstromeinrichtung ist, vorliegt. Ferner ist der Energieverbraucher mit einer wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 ausgerüstet, die eine Absorptionsheizung/kühlung 4b und ein Wasserbad 5 umfaßt. Auch beinhaltet der Energieverbraucher eine Kundenwärme verbrauchende Einrichtung 52, wie einen Trockner, der ein Brenngas, Strom oder Wärme als Wärmequelle benutzt. Energie wird dem Verbraucher von der Energiebox 7 zugeführt, die mit einem Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung versehen ist.

35

Im vorliegenden Zusammenhang bezieht sich die Energiebox 7 auf eine Kombination aus einer Energieaufnahmeeinrichtung 8, einer Brennstoffaufnahmeverrichtung 9, einer im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung 10, zum Beispiel einer 5 Brennstoffzelle, einer Wärmeerzeugungsvorrichtung 28, zum Beispiel einem Boiler, einem Computer 11, der als Rechnervorrichtung fungiert, und einer Steuereinheit. Diese Kombination bildet den Kern der vorliegenden Erfindung. Diese Vorrichtungen sind nicht notwendigerweise in einer Box oder einer 10 Kammer enthalten.

Elektrizität wird von einem externen Kraftwerk zu der Energieaufnahmeeinrichtung 8 geführt, die ein Wattmeter (nicht dargestellt), einen Schutzschalter usw. aufweist. Die Gruppe 15 der Wechselstromeinrichtung 2 ist über Systemleitungen 13a und 13d mit der Energieaufnahmeeinrichtung 8 verbunden. Die Gruppe der Gleichstromeinrichtung 1 ist über eine Systemleitung 13e, die mit einem Wechselstrom-in-Gleichstrom-Konverter 14 versehen ist, mit der Energieaufnahmeeinrichtung 8 verbunden. 20 Stadtgas mit Methan als Hauptkomponente wird an der Kraftstoffaufnahmeverrichtung 9 aufgenommen, die einen Gas- messer (nicht gezeigt), ein Absperrventil usw. aufweist. Das aufgenommene Stadtgas wird unter Verwendung von Wasserdampf 25 in Gegenwart eines Katalysators zu Wasserstoffgas reformiert. Das Stadtgas kann auch als Brennstoff zum Erhitzen eines Reformers 15 und als Brennstoff für einen Boiler benutzt werden, wie nachfolgend beschrieben wird. Das erhaltene Wasser- stoffgas wird über ein Strömungsregulierventil 17 einer Brennstoffelektrode der Brennstoffzelle 10 zugeführt. Die 30 Brennstoffzelle nimmt an einer bei ihr eingerichteten Luft- elektrode aus einem Luftgebläse (nicht dargestellt) Luft auf. Die Brennstoffzelle 10 erzeugt Elektrizität durch eine Reak- tion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff. Gleichzeitig wird Wasser gesammelt (obwohl dies nicht dargestellt ist), während 35 Wärme in Form von warmem Wasser und/oder Wasserdampf durch einen Abwärmesammler 19 gesammelt wird.

- Die Brennstoffzelle 10 hat eine Ausgangsleitung 13b, die mit einem Gleichstrom-in-Wechselstrom-Inverter 20 verbunden ist. Der Inverter 20 ist über eine Systemleitung 13c mit der Systemleitung 13a verbunden. Somit steht die Energieausgabe der Flüssigkeitszelle 10 in Systemverbindung mit der Energie, die durch die Energieaufnahmeeinrichtung 8 erhalten wird. Dies ergibt eine Energieversorgungsvorrichtung zum Liefern von Energie, die durch die Flüssigkeitszelle 10 erzeugt worden ist, an die energieverbrauchende Einrichtung 3. Die von der Flüssigkeitszelle 10 abgegebene Energie kann der gleichstromverbrauchenden Einrichtung zugeleitet werden, ohne sie durch den Inverter zu führen.
- Diese gegenseitige Verbindung im System erlaubt es, einen Teil der durch die Flüssigkeitszelle 10 erzeugten Energie zu einem kommerziellen Energielieferanten zurückzuführen, wenn die durch die Flüssigkeitszelle 10 erzeugte Energie den Energiebedarf der energieverbrauchenden Einrichtung übersteigt.
- Zu Zeiten geringen Energiebedarfs kann überflüssige Energie bei der Elektrolyse von Wasser benutzt werden, um Wasserstoff- und Sauerstoffgas herzustellen. Dieses Wasserstoffgas kann in einem Gasspeicher 22 aufbewahrt werden, um es als Brennstoff für die Brennstoffzelle 10 zu verwenden. Dies ist wirkungsvoll, wenn es schwierig ist, die Brennstoffzelle unter geringer Belastung zu betreiben oder wenn aus verschiedenen Gründen die Rückführung zu dem Energieversorger schwierig ist.
- Ferner kann ein Energiespeicher (nicht dargestellt) mit der Ausgangsleitung 13b verbunden sein, um überflüssige Energie für den Einsatz in Zeiten der Energieknappheit zu speichern.
- Der Abwärmesammler 19 und die Absorptionsheizung/kühlung 4b sind über eine Wasserdampfsammelleitung 26a und eine Kondens-

wasserrückleitung 26b miteinander verbunden. Somit wird das Erhitzen und das Abkühlen mittels Wasserdampf bewirkt, der aus dem Abwärmesammler 19 erhalten wird. Ein Boiler 28 ist über ein zweites Steuerventil 27a mit der Wasserdampfsammelleitung 26a verbunden. Wenn somit die Wärmebelastung der Absorptionsheizung/kühlung 4b, die einen Teil der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 bildet, größer ist als die von der Brennstoffzelle 10 erzeugte Wärmemenge, kann für die Wärmeknappheit ein Ausgleich geschaffen werden.

10

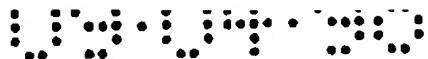
Der Abwärmesammler 19 ist mit einer Warmwassersammelleitung 32 ausgerüstet, die einen zweiten Wärmeaustauscher 33 aufweist. Das Wasserbad 5 ist mit einer zusätzlichen Leitung 34 verbunden, die mit einem ersten Wärmeaustauscher 29 und dem zweiten Wärmeaustauscher 33 in Verbindung steht. Somit können der Wasserdampf und das warme Wasser, die aus dem Abwärmesammler 19 erhalten werden, zur Bereitstellung von Hochtemperaturwasser benutzt werden.

20

Eine Vorrichtung zur Umwandlung von Elektrizität in Wärme, zum Beispiel eine Heizung, kann benutzt werden, wenn die Wärmebelastung der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 größer ist als die von der Flüssigkeitszelle 10 erzeugte Wärmemenge, um mit der überflüssigen Energie oder mit thermischer Umwandlung der an der Energieaufnahmeeinrichtung 8 erhaltenen Energie einen Ausgleich für die Wärmeknappheit zu schaffen. Für den Abwärmesammler 19 kann ein Wärmespeicher (nicht dargestellt) vorgesehen sein, um überflüssige Wärme, die von der Flüssigkeitszelle 10 erzeugt worden ist, zu speichern. Dadurch wird in Zeiten der Wärmeknappheit eine Wärmerückführungsvorrichtung geschaffen, um in dem Wärmespeicher vorhandene Wärme der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 zuzuführen.

35

Ein Teil der Wärmeabgabe des Boilers 28 kann für den Einsatz in Zeiten einer Wärmeknappheit gespeichert werden.



Die Systemleitung 13b kann die von einer Solarzelle (nicht dargestellt) oder einem Windenergieerzeuger (nicht dargestellt) gebildete Elektrizität aufnehmen.

- 5 Der Energieverbraucher weist die Kundenwärme verbrauchende Einrichtung 52 auf, die ein Brenngas als Wärmequelle benutzt. Wenn diese Kundenwärme verbrauchende Einrichtung 52 ein Trockner oder eine ähnliche Vorrichtung ist, die für den Verbrauch von Elektrizität und Wärme als Wärmequellen ausgebildet ist, kann das System eingerichtet sein, Elektrizität und Wärme an die Kundenwärme verbrauchende Einrichtung 52 zu liefern, zusammen mit dem Brenngas, das über eine Leitung 51 von einer brenngasaufnehmenden Vorrichtung 50 herangeführt wird. Dann kann entsprechend den Betriebsbedingungen die kostengünstigste Energie benutzt werden, oder das Gesamtsystem einschließlich der Kundenwärme verbrauchenden Einrichtung 52 kann mit der vorliegenden Funktion "y", die auf die optimale Bedingung eingestellt ist, betrieben werden.
- 10
- 15
- 20 Das Brenngas, das an der das Brenngas aufnehmenden Vorrichtung 50 aufgenommen wird, kann als Brennstoff für den Boiler 28 und als Brenngas für den Reformer 15 benutzt werden. Wenn dieses Brenngas das gleiche ist, wie der Brennstoff, der an der brennstoffaufnehmenden Vorrichtung 9 aufgenommen wird (zum Beispiel Stadtgas mit Methan als Hauptkomponente), kann die brennstoffaufnehmende Vorrichtung 9 oder die brenngasaufnehmende Vorrichtung 50 als die jeweils andere fungieren, wobei dann die jeweils andere entfallen kann.
- 25
- 30 Fig. 2 ist ein Blockschema, welches das Steuersystem zeigt. Die Belastung des im System liegenden Generators kann nach den folgenden Methoden bestimmt werden:
  - (1) Ein Verfahren, bei dem eine Belastung zur Minimierung der vorliegenden Funktion "y" vorher bestimmt wird, und zwar durch makroskopisches Betrachten von Vorgängen während
- 35

5 einer Zeiteinheit (z.B. einem Tag). Das System wird unter der bestimmten Belastung betrieben. Veränderungen in der Energiebelastung werden mittels Elektrizitätsaufnahme und Veränderungen in der Wärmebelastung mittels des Boilers behandelt.

(2) Ein Verfahren, bei dem eine gemessene Energiebelastung und Wärmebelastung in einem Speicher gespeichert werden sowie Änderungsgeschwindigkeiten aus der Energiebelastung und der Wärmebelastung einer Zeiteinheit vorher (z.B. 30 Minuten vorher) sowie eine laufende Energiebelastung und eine laufende Wärmebelastung bestimmt werden, um den Energiebedarf für die nächste Zeiteinheit abzuschätzen. Es werden Verfahrensbedingungen bestimmt, um den geschätzten Bedarf zu decken und den vorliegenden Ausdruck "y" zu minimieren, und das System wird unter diesen Bedingungen während der nächsten Zeiteinheit betrieben.

(3) Ein Verfahren, bei dem der Verlauf des Energiebedarfs zu jeder Stunde eines vergangenen Zeitabschnitts (z.B. des vorhergehenden Tags oder einer Woche vorher) und der Energiebedarf für eine folgende Zeiteinheit (z.B. 30 Minuten) aus dem Verlauf des Bedarfs und auf der Grundlage des laufenden Energiebedarfs abgeschätzt werden. Es werden die Betriebsbedingungen bestimmt, um den geschätzten Bedarf zu decken und den vorliegenden Ausdruck "y" zu minimieren, und das System wird unter diesen Bedingungen während der nächsten Zeiteinheit betrieben.

30 Steuerungen mit Hilfe der obigen Methode (2) werden unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

Eine Energiebedarfabschätzungsvorrichtung 43 schätzt einen  
35 Energiebedarf, der zur Zeit  $\Delta t$ , gemessen ab jetzt, eintritt, und zwar aus dem laufenden Energiebedarf der energieverbrau-

chenden Einrichtung 3, der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 und der Kundenwärme verbrauchenden Einrichtung 52, gemessen und berechnet durch eine Energiebedarfsberechnungsvorrichtung 42, sowie einen Energiebedarf 41 zur Zeit  $\Delta t$  vorher sowie 5 einen Energiebedarfsverlauf 40 für die Zeit  $\Delta t$  (Steuereinheitszeit) ab jetzt, wie in einem Speicher 45 gespeichert ist. Der geschätzte Energiebedarf wird in eine Rechnervorrichtung 46 eingegeben, um den Umfang des Betriebs der Brennstoffzelle 10 zu berechnen, die als der im System 10 liegende Generator fungiert, und um die vorliegende Funktion "y" unter der Bedingung des geschätzten Energiebedarfs zu minimieren. Eine Steuereinheit 47 steuert das Brennstoffreglerventil 17, das mit der Brennstoffzelle 10 verbunden ist, und steuert und wählt die Energieart (Elektrizität, Wärme 15 oder Brenngas) aus, die durch jede energieverbrauchende Einrichtung des Energieverbrauchers eingesetzt wird. Diese Vorrichtungen sind durch den Computer 11 über eine Fernbedienung betreibbar, wobei eine Kommunikationsleitung benutzt wird. Die Koeffizienten "a", "b" und "c" werden durch einen Koeffizienteneinsteller 44 eingestellt, um die Forderung des Energieverbrauchers zu erfüllen. Der Speicher 45 speichert die 20 vorliegende Funktion  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$ .

Die Betriebsbedingungen, d.h. das Kostenminimum, das Primär-energieminimum und das Minimum der Umweltverunreinigung, oder 25 irgendeine Kombination hiervon können vor dem Betrieb des Systems bestimmt und während des Betriebs geändert werden.

Die Koeffizienten "a", "b" und "c" können von Hand mittels 30 des Koeffizienteneinstellers 44, welcher in der Energiebox 7 enthalten sein kann, eingestellt oder geändert werden. Alternativ können Signale von außerhalb der Energiebox 7 oder des Systems zum Einstellen oder Ändern dieser Koeffizienten über eine Kommunikationsleitung dem Koeffizienteneinsteller 44 zugeführt werden. Wenn beispielsweise das NO<sub>x</sub>-Niveau ein 35 Bezugsniveau an dem Ort des Energieverbrauchs oder im Bereich

dieses Orts überschreitet, ist es denkbar, aufgrund einer Regierungsanordnung zu einem Betrieb mit einem Minimum an Umweltverunreinigung, und insbesondere mit einem NO<sub>x</sub>-Minimum, überzuwechseln.

5

Die Rechnervorrichtung 46 für den Arbeitsumfang berechnet den Arbeitsumfang der Brennstoffzelle 10 zur Zeit Δt von jetzt an, um den Ausdruck "y" zu minimieren, und zwar auf der Grundlage des von der Vorrichtung 43 für das Abschätzen des Energiebedarfs abgeschätzten Energiebedarfs der energieverbrauchenden Einrichtung 3, der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 und der Kundenwärme verbrauchenden Einrichtung 52 sowie des im Speicher 45 gespeicherten Ausdrucks "y".

10

15

Die Steuereinheit 47 steuert das Brennstoffregelventil 17 und andere Komponenten, um die Arbeitsmenge der Brennstoffzelle 10 sicherzustellen, der durch die Vorrichtung 46 zum Berechnen der Arbeitsmenge berechnet worden ist.

20

Zwischen dem geschätzten Energiebedarf und dem tatsächlichen Verbrauch tritt unvermeidbar ein Fehler auf. Wenn beispielsweise dieser Fehler bei der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6 auftritt und wenn die Wärmeleitung 34 auf einer festgelegten Rückführungstemperatur gehalten wird, kann die Steuereinheit 47 in Reaktion auf eine Abnahme der Rückführungstemperatur in Betrieb gesetzt werden, um für eine verstärkte Boilerabgabe das Brennstoffregelventil 17 oder das Brennstoffventil des Boilers 28 weiter zu öffnen.

25

30

Eine derartige arithmetische Operation und Speicherung erfolgt durch den Computer 11.

Mit dem vorgenannten Aufbau kann die Brennstoffzelle 10 in Beantwortung des Energiebedarfs der energieverbrauchenden Einrichtung 3 und der wärmeverbrauchenden Einrichtung 6

35

bezüglich des Energienutzeffekts unter optimaler Bedingung betrieben werden.

Bei der obigen Ausführungsform lautet der Ausdruck "y", der 5 die vorliegende Funktion angibt,  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$ . Es entspricht auch der vorliegenden Erfindung, die Beziehungen  $y = a \cdot L$ ,  $y = b \cdot M$ ,  $y = c \cdot N$ ,  $y = a \cdot L + b \cdot M$ ,  $y = a \cdot L + c \cdot N$  oder  $y = b \cdot M + c \cdot N$  anzuwenden.

10 VERGLEICHSTEST

Nachfolgend wird ein Vergleichstest beschrieben, der mit dem Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wurde.

15 Der Versuch basierte auf folgenden Voraussetzungen:

- (1) Die von der Energiebox 7 aufgenommene externe Energie umfaßt kommerzielle Elektrizität und den Brennstoff 20 für die Brennstoffzelle 10.
- (2) Die durch die Brennstoffzelle 10 erzeugte Elektrizität wird dem Energieverbraucher zugeführt.
- 25 (3) Die durch die Brennstoffzelle 10 erzeugte Wärme wird dem Energieverbraucher als eine Wärmequelle für das Wasserbad und die Absorptionsheizung/kühlung zugeführt.
- 30 (4) Elektrizität
- (4-1) 75% der verwendeten kommerziellen Elektrizität wird in einem Kraftwerk unter Einsatz von LNG als Brennstoff erzeugt. Der Wärmewert von LNG ist 54,43 kJ/t (13 · 10<sup>6</sup> Kcal/t). Die Gasform von LNG ist Erdgas. Der Zweckmäßigkeit halber umfaßt der in der vorlie-

genden Beschreibung benutzte Ausdruck LNG sowohl LNG als auch Erdgas. Die Menge an erzeugtem CO<sub>2</sub> wird unter Berücksichtigung von LNG als Methan berechnet.

5      (4-2)     Der Gesamtnutzeffekt der kommerziellen Elektrizität beträgt 36% (= Erzeugungsnutzeffekt 0,4 · Übertragungsnutzeffekt 0,9).

10     (4-3)     Der Leistungsbeiwert der elektrischen Kühleinrichtung beträgt 2,5.

15     (4-4)     Um 1 kWh Energie zu liefern, verbraucht das Kraftwerk bei einem Wärmewert des LNG von  $13 \cdot 10^6$  Kcal/t ( $54,43$  kJ/t) =  $13 \cdot 10^6 : 860 = 1,512 \cdot 10^4$  kWh/t,

15     LNG in einer Menge von 1 kW :  $0,36 : (1,512 \cdot 10^4) = 1,837 \cdot 10^{-4}$  t, bildet CO<sub>2</sub> in einer Menge von  $1,837 \cdot 10^{-4}$  t ·  $44/16 = 5,05 \cdot 10^{-4}$  t, und

20     bildet NO<sub>x</sub> in einer Menge von  $1,837 \cdot 10^{-4}$  t ·  $0,48 \cdot 10^{-3}$  t/t =  $8,82 \cdot 10^{-8}$  t.

25     In der Annahme, daß 75% der Elektrizität in einem mit LNG betriebenen Heikraftwerk erzeugt werden, ergeben sich die obigen Werte wie folgt:

$$\text{LNG: } 1,837 \cdot 10^{-4} \text{ t} \cdot 0,75 = 1,378 \cdot 10^{-4} \text{ t};$$

$$\text{CO}_2: 5,05 \cdot 10^{-4} \text{ t} \cdot 0,75 = 3,79 \cdot 10^{-4} \text{ t};$$

$$\text{NO}_x: 8,82 \cdot 10^{-8} \text{ t} \cdot 0,75 = 6,62 \cdot 10^{-8} \text{ t} = 6,62 \cdot 10^{-5} \text{ kg}.$$

35     (4-5)     Der Einheitspreis für kommerzielle Elektrizität beträgt 15 Yen/kWh.

## (5) Brennstoffzelle

- (5-1) Der Leistungsbeiwert der Absorptionsklimaanlage beträgt 1,0.

5

- (5-2) Die Brennstoffzelle ist eine Brennstoffzelle vom Phosphattyp mit einem Energieerzeugungsnutzeffekt von 40% und einem Wärmeerzeugungsnutzeffekt von 40%. Bei dieser Ausführungsform wird der Nutzeffekt unabhängig vom Belastungsfaktor festgelegt. Jedoch kann der Nutzeffekt eine Funktion des Belastungsfaktors sein.

10

- (5-3) LNG wird als Brenngas für die Brennstoffzelle benutzt. Sein Einheitspreis beträgt 7,5 Yen/kWh (= 96 Yen/m<sup>3</sup>).

15

- (5-4) Zur Erzeugung einer Energie von 1 kWh verbraucht die Brennstoffzelle LNG in einer Menge von 1 kWh : 0,4 : (1,512 · 10<sup>4</sup>) kWh/t = 1,653 · 10<sup>-4</sup> t und

20

erzeugt CO<sub>2</sub> in einer Menge von 1,653 · 10<sup>-4</sup> t · 44/16 = 4,55 · 10<sup>-4</sup> t, bildet aber kein NO<sub>x</sub>.

## (6) Gasboiler

25

- (6-1) Um 1 kWh Kalorie zu erzeugen, verbraucht der Gasboiler mit seinem thermischen Nutzeffekt von 0,8 das LNG in einer Menge von 1 kWh : 0,8 : (1,512 · 10<sup>4</sup>) kWh/t = 8,27 · 10<sup>-5</sup> t,

30

bildet CO<sub>2</sub> in einer Menge von 8,27 · 10<sup>-5</sup> t · 44/16 = 2,27 · 10<sup>-4</sup> t und

bildet NO<sub>x</sub> in einer Menge von 8,27 · 10<sup>-5</sup> t · 1,44 · 10<sup>-3</sup> t/t = 1,191 · 10<sup>-7</sup> t = 11,91 · 10<sup>-5</sup> kg.

## ERSTER VERGLEICHSVERSUCH

Im ersten Versuch wurde der Zeitraum (12.00 bis 13.00 h) betrachtet, bei dem über das Jahr ein maximaler Energiebedarf  
5 festgestellt wurde.

Es wurde ein Verbraucher (gesamte Bodenfläche: 2000 m<sup>2</sup>) angenommen, der eine gesamte elektrische Energie von 180 kWh verbraucht, und zwar mit

10 einer Energiebelastung, ausschließlich der Raumkühlung (z.B. Antriebsenergie, Beleuchtung usw.) von 144 kWh,

15 einer Kühlenergiebelastung von 36 kWh (entsprechend  $36 \cdot 2,5 = 90$  kWh bezüglich der Raumkühlung) und

einer Wärmebelastung für eine Warmwasserversorgung entsprechend 2 kWh (entsprechend  $2 : 0,8 = 2,5$  kWh bezüglich der Boileraufnahme).

20 Die Umweltverunreinigung wurde nur bezüglich NO<sub>x</sub> festgestellt.

In einem Vergleichsbeispiel zu dem ersten Versuch wurde kommerzielle Elektrizität als Energie für die Belastungen eingesetzt, ausgenommen die Raumkühlung (z.B. Antriebsenergie, Beleuchtung usw.). Eine durch kommerzielle Elektrizität angetriebene Wärmepumpenklimaanlage wurde für Raumkühlungszwecke verwendet und ein mit Stadtgas betriebener Boiler wurde für Zwecke der Warmwasserversorgung und der Raumheizung benutzt.  
30

Die Kosten "L" (Yen) für den Einsatz dieser Energiequellen sind.

35 L = 180 · 15 + 2,5 · 7,5 = 2720 (Yen).

Wenn man in diesem Fall auf die Primärenergie zurückgeht, beträgt die Menge "M" (in t) an fossilem Brennstoff (angegeben als LNG), die für die Versorgung mit der zu verbrauchenden Energie in einer Stunde verbraucht wird, wobei 5 die Wärmeenergie, die aus 1 t LNG erzeugt wird,  $1,512 \cdot 10^4$  (kWh/t LNG) beträgt:

$$M = (180 \text{ kWh} : 0,36 \cdot 0,75 + 2,5) : (1,512 \cdot 10^4 \text{ kWh/t LNG}) = 2,50 \cdot 10^{-2} (\text{t LNG}).$$

10

Wenn die Umweltverunreinigung nur hinsichtlich  $\text{NO}_x$  festgestellt wird, beträgt die Menge "N" der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die im Laufe der Umwandlung der Primärenergie, der Zufuhr und des Verbrauchs dieser Energieformen freigesetzt wird, da 15 Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) in einer Menge von  $6,62 \cdot 10^{-8}$  t freigesetzt werden, wenn 1 kWh kommerzieller Elektrizität erzeugt wird, und die Menge der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) im Abgas des Boilers, der durch Stadtgas betrieben wird,  $11,91 \cdot 10^{-8}$  t pro kWh der Boilerausgabe:

20

$$N = 180 \cdot 6,62 \cdot 10^{-8} + 2 \cdot 11,91 \cdot 10^{-8} = 1,215 \cdot 10^{-5} (\text{t } \text{NO}_x).$$

25

Ein dimensionsloser Gesamtindex, der die vorliegende Funktion für optimierende Betriebsbedingungen ausdrückt, kann dadurch erhalten werden, daß in dem obigen Ausdruck  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$  die Koeffizienten  $a = 4,0 \cdot 10^{-4}$  (1/Yen),  $b = 80$  (1/t) und  $c = 2,0 \cdot 10^4$  (1/t) wie folgt eingesetzt werden:

30

$$y = 4,0 \cdot 10^{-4} \cdot 2719 + 80 \cdot 2,50 \cdot 10^{-2} + 2,0 \cdot 10^4 \cdot 1,215 \cdot 10^{-5} = 1,088 + 2,0 + 0,243 = 3,33.$$

35

Andererseits wird in dem Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ein Gesamtindex wie im obigen Fall erhalten, wobei der Umfang des Betriebs "x" (kWh) der Brennstoffzelle als ein Parameter benutzt wird.

Zuerst wird in dem Fall von  $0 \leq x \leq 2$  die Abwärme aus der Brennstoffzelle als Teil der Wärmeenergie (entsprechend "x" (kWh)) für die Zwecke der Warmwasserversorgung und der Raumheizung benutzt, wobei der mit Stadtgas betriebene Boiler für den Rest verwendet wird, und die durch die Brennstoffzelle erzeugte Elektrizität dient dazu, die Menge entsprechend "x" (kWh) in dem Energiebedarf zu decken. Die Reihenfolge, in der die Wärme und die Elektrizität durch die Brennstoffzelle erzeugt werden, ist optimal. Es wird hier angenommen, daß die von der Brennstoffzelle erzeugte Wärme zuerst für die Warmwasserversorgung und dann für die Raumkühlung benutzt wird, wobei die elektrische Energie für andere Zwecke als die Raumkühlung verwendet wird.

15

Die Kosten "L" (Yen) der Benutzung dieser Energiequellen sind wie folgt:

$$L = (180 - x) \cdot 15 + (2-x) : 0,8 \cdot 7,5 + x : 0,7 \cdot 7,5 = 2719 - 5,63 x \text{ (Yen)}.$$

Deshalb betragen die Kosten 2710 Yen, wenn  $x = 2$ .

Wenn man bis zur Primärenergie zurückgeht, beträgt die Menge "M" (in t) an fossilem Brennstoff (ausgedrückt durch LNG), die für die Zuführung der zu verbrauchenden Energie in einer Stunde verbraucht wird:

$$M = [(180 - x) : 0,36 \cdot 0,75 + (2-x) : 0,8 + x/0,4] : (1,512 \cdot 10^4) = 2,50 \cdot 10^{-2} - 5,51 \cdot 10^{-5}x.$$

Deshalb beträgt die Menge  $2,50 \cdot 10^{-2}$ , wenn  $x = 2$ .

Die Menge "N" (in t) der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die im Laufe der Umwandlung aus der Primärenergie sowie der Zufuhr und des

Verbrauchs dieser Energieformen freigesetzt wird, ist wie folgt:

$$N = (180 - x) \cdot 6,62 \cdot 10^{-8} + (2-x) \cdot 11,91 \cdot 10^{-8} = 1,215 \cdot 10^{-5} - 1,853 \cdot 10^{-7}x.$$

Deshalb beträgt die Menge  $1,178 \cdot 10^{-5}$ , wenn  $x = 2$ .

Ein dimensionsloser Gesamtindex, der die vorliegende Funktion für das Optimieren der Betriebsbedingungen angibt, kann wie im vorhergehenden Beispiel dadurch erhalten werden, daß man in dem Ausdruck  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$  die Koeffizienten  $a = 4,0 \cdot 10^{-4}$  (1/Yen),  $b = 80$  (1/t) und  $c = 2,0 \cdot 10^4$  (1/t) einsetzt, wie folgt:

15

$$y = 3,33 - 0,01037x.$$

Wenn  $x = 0$ , ist  $y = 3,33$ . Wenn  $x = 2$ , ist  $y = 3,31$ .

20 Als nächstes wird für den Fall, daß  $2 \leq x \leq 92$ , die von der Brennstoffzelle abgegebene Wärme als einzige Wärmeenergie für die Zwecke der Warmwasserversorgung und der Raumheizung benutzt, die Absorptionsheizung/kühlung wird durch die Abwärme aus der Brennstoffzelle betrieben, um einen Teil der Raumkühlungsenergie  $((x-2)/2,5)$  bereitzustellen, und die durch die Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie wird verwendet, um die Menge zu decken, die "x" (kWh) in dem Energiebedarf entspricht.

25 30 Die Kosten "L" (Yen) für die Benutzung dieser Energiequellen ist wie folgt:

$$L = [(144-x) + 35 - (x-2) : 2,5] \cdot 15 + x : 0,4 \cdot 7,5 = 2712 - 2,25x \text{ (Yen)}.$$

35

Deshalb betragen die Kosten 2710 Yen, wenn  $x = 2$ . Wenn  $x = 92$ , liegen die Kosten bei 2505 Yen.

- Wenn man auf die Primärenergie zurückgeht, ist die Menge "M" (in t) an fossilem Brennstoff (angegeben als LNG), die beim Zuführen der zu verbrauchenden Energie in einer Stunde verbraucht wird, wie folgt:

$$10 \quad M = [ \{ (144-x) + 36 - (x-2) : 2,5 \} : 0,36 \cdot 0,75 + x : 0,4 ] : (1,512 \cdot 10^4) = 2,49 \cdot 10^{-2} - 2,76 \cdot 10^{-5}x.$$

Deshalb beträgt die Menge  $2,48 \cdot 10^{-2}$ , wenn  $x = 2$ . Wenn  $x = 92$ , liegt die Menge bei  $2,24 \cdot 10^{-2}$ .

- 15 Die Menge "N" (in t) der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die im Laufe der Umwandlung aus der Primärenergie sowie der Zufuhr und des Verbrauchs dieser Energieformen freigesetzt wird, ist wie folgt:

$$20 \quad N = [(144-x) + 36 - (x-2) : 2,5] \cdot 6,62 \cdot 10^{-8} = 1,197 \cdot 10^{-5} - 9,27 \cdot 10^{-8}x.$$

Deshalb beträgt die Menge  $1,178 \cdot 10^{-5}$ , wenn  $x = 2$ . Wenn  $x = 92$ , liegt die Menge bei  $3,44 \cdot 10^{-6}$ .

- 25 Wie im vorhergehenden Beispiel kann ein dimensionsloser Gesamtindex, der die vorliegende Funktion zum Optimieren der Betriebsbedingungen angibt, dadurch erhalten werden, daß in dem Ausdruck  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$  die Koeffizienten  $a = 4,0 \cdot 10^{-4}$  (1/Yen),  $b = 80$  (1/t) und  $c = 2,0 \cdot 10^4$  (1/t) wie folgt eingesetzt werden:

$$y = 3,32 - 4,96 \cdot 10^{-3}x.$$

- 35 Wenn  $x = 2$ , ist  $y = 3,31$ . Wenn  $x = 92$ , ist  $y = 2,86$ .

Als nächstes wird für den Fall, daß  $92 \leq x \leq 144$ , die Abwärme aus der Brennstoffzelle als einzige Energiequelle für die Zwecke der Warmwasserversorgung und der Raumheizung benutzt, die Absorptionsheizung/kühlung wird durch die Abwärme aus der  
 5 Brennstoffzelle betrieben, um die gesamte Raumkühlungsenergie bereitzustellen, und die durch die Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie wird verwendet, um in dem Energiebedarf die Menge zu decken, die "x" (kWh) entspricht. Überflüssige abgegebene Energie bleibt ungenutzt.

10

Die Kosten "L" (Yen) für den Einsatz dieser Energiequellen ist wie folgt:

$$L = (144-x) \cdot 15 + x : 0,4 \cdot 7,5 = 2160 + 3,75x \text{ (Yen)}.$$

15

Deshalb betragen die Kosten 2510 Yen, wenn  $x = 92$ . Wenn  $x = 144$ , liegen die Kosten bei 2700 Yen.

Wenn man auf die Primärenergie zurückgeht, beträgt die Menge  
 20 "M" (in t) des fossilen Brennstoffs (angegeben als LNG), die beim Zuführen der zu verbrauchenden Energie in einer Stunde verbraucht wird:

$$M = [(144-x) : 0,36 \cdot 0,75 + x : 0,4] : (1,512 \cdot 10^4) = \\ 25 = 1,984 \cdot 10^{-2} + 2,76 \cdot 10^{-5}x.$$

Deshalb beträgt die Menge  $2,24 \cdot 10^{-2}$ , wenn  $x = 92$ . Wenn  $x = 144$ , liegt die Menge bei  $2,38 \cdot 10^{-2}$ .

30 Die Menge "N" (in t) der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die im Laufe der Umwandlung aus der Primärenergie sowie der Zufuhr und des Verbrauchs dieser Energieformen freigesetzt wird, ist wie folgt:

$$35 N = (144-x) \cdot 6,62 \cdot 10^{-8} = 9,53 \cdot 10^{-6} - 6,62 \cdot 10^{-8}x.$$

Deshalb beträgt die Menge  $3,44 \cdot 10^{-6}$ , wenn  $x = 92$ . Wenn  $x = 144$ , liegt die Menge bei  $-2,80 \cdot 10^{-9}$ .

Wie im vorhergehenden Beispiel kann ein dimensionsloser Gesamtindex, der die vorliegende Funktion zum Optimieren der Betriebsbedingungen angibt, dadurch erhalten werden, daß in dem Ausdruck  $y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$  die Koeffizienten  $a = 4,0 \cdot 10^{-4}$  (1/Yen),  $b = 80$  (1/t) und  $c = 2,0 \cdot 10^4$  (1/t) wie folgt eingesetzt werden:

10

$$y = 2,64 + 2,38 \cdot 10^{-3}x.$$

Wenn  $x = 92$ , ist  $y = 2,86$ . Wenn  $x = 144$ , ist  $y = 2,98$ .

15 Fig. 3 zeigt eine graphische Darstellung, die unter Verwendung des Gesamtindex für den Bereich  $x = 0$  bis 144 als Funktion von "x" gezeichnet worden ist.

20 Man ersieht aus den Ergebnissen, daß der Ausdruck "y" minimiert ist, wenn  $x = 92$ , d.h. unter der Bedingung, bei der die Brennstoffzelle bei 92 kWh betrieben wird, um die Abwärme zu erzeugen, die gerade die gesamte Wärmeenergie für die Zwecke der Warmwasserversorgung und der Raumheizung sowie die Raumkühlungsenergie abdeckt. Diese Bedingung ist optimal.

25

Der Betrieb unter dieser Bedingung während einer Stunde von 12.00 bis 13.00 h führt zu den folgenden Ergebnissen, bezogen auf das Vergleichsbeispiel:

30 Die Energiekosten betragen  $2510 + 2720 \cdot 100 = 92.3\%$ ,

die Menge an fossilem Brennstoff beträgt  $2,24 \cdot 10^{-2} : 2,50 \cdot 10^{-2} \cdot 100 = 89,6\%$  und

35 die Menge an Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) liegt bei  $3,44 \cdot 10^{-6} : 1,215 \cdot 10^{-5} \cdot 100 = 28,3\%$ .

Somit erreicht diese Ausführungsform eine Verringerung der Energiekosten, der Primärenergie und der Umweltverunreinigungen.

5

#### ZWEITES VERGLEICHSBEISPIEL

Im zweiten Vergleichsbeispiel wurde ein Tag (im Sommer) betrachtet, für den ein maximaler Energiebedarf innerhalb des 10 Jahres vorliegt.

Fig. 4 zeigt den Bedarfsverlauf der Wärmeenergie für die Warmwasserversorgung an einem solchen Tag. Fig. 5 zeigt den Bedarfsverlauf der Elektrizität und der Raumkühlungsenergie 15 am gleichen Tag.

Die Kosten "L" (Yen) für den Einsatz dieser Energiequellen in diesen Verläufen ist wie folgt:

$$20 \quad L = 2042 \cdot 15 + 28 : 0,8 \cdot 7,5 = 30900 \text{ (Yen)},$$

wobei "2042" den Bedarf an elektrischer Energie für den Tag, abgeleitet aus Fig. 7, und "28" den Wärmebedarf für den Tag, abgeleitet aus Fig. 6, bedeuten und beide Werte in kWh 25 angegeben sind.

Beim Zurückgehen auf die Primärenergie in diesem Fall beträgt die Menge "M" (in t) des fossilen Brennstoffs (angegeben als LNG), die beim Zuführen der zu verbrauchenden Energie in 30 einer Stunde verbraucht wird:

$$M = (2042 : 0,36 \cdot 0,75 + 28) : (1,512 \cdot 10^4) = 0,283 \\ (\text{t LNG}).$$

Die Menge "N" (in t) der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die im Laufe der Umwandlung aus der Primärenergie, der Zufuhr und des Verbrauchs dieser Energieformen freigesetzt wird, ist wie folgt:

$$5 \quad N = 2042 \cdot 6,62 \cdot 10^{-8} + 28 \cdot 11,91 \cdot 10^{-8} = 1,385 \cdot 10^{-4} \text{ (t } \text{NO}_x\text{)}.$$

Andererseits wurde beim Energieversorgungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung die Betriebsbedingung der Brennstoffzelle gemäß dem Energiebedarfsverlauf in Fig. 4 und 5 durch die gleiche Rechenmethode wie im ersten Vergleichsbeispiel optimiert. Es wurden Ergebnisse, wie sie im Betriebsverlauf der Brennstoffzelle in Fig. 6 gezeigt werden, und ein Verlauf der Aufnahme von kommerzieller Elektrizität gemäß Fig. 7 erhalten.

Die Kosten "L" (Yen) für die Benutzung von Energie auf der Grundlage dieser Verläufe betragen:

$$20 \quad L = 796 \cdot 15 + 898 : 0,4 \cdot 7,5 = 28800 \text{ (Yen)}.$$

Wenn man auf die Primärenergie zurückgeht, beträgt die Menge "M" (in t) an fossilem Brennstoff (angegeben als LNG), die beim Zuführen der zu verbrauchenden Energie in einer Stunde verbraucht wird:

$$M = (796 : 0,36 \cdot 0,75 + 898 : 0,4) : (1,512 \cdot 10^4) = 0,258.$$

Die Menge "N" (in t) der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die im Laufe der Umwandlung aus der Primärenergie, der Zufuhr und des Verbrauchs dieser Energieformen freigesetzt wird, ist wie folgt:

$$N = 796 \cdot 6,62 \cdot 10^{-8} = 5,27 \cdot 10^{-5}.$$

Diese Ergebnisse zeigen, daß an dem Tag mit dem maximalen Energiebedarf des Jahres folgendes gilt:

Die Energiekosten betragen  $28800 : 30900 \cdot 100 = 93,2\%$ ;

5

die Menge an fossilem Brennstoff beträgt  $0,258 : 2,285 \cdot 100 = 91,2\%$ ; und

10

die Menge der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) beträgt  $5,27 \cdot 10^{-5} : 1,385 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 38,1\%$ .

Diese Angaben sind auf das Vergleichsbeispiel bezogen. Somit erreicht diese Ausführungsform eine Verbesserung im Energienutzeffekt.

15

20

Da die maximale Energieaufnahme von 180 kWh auf 57 kWh drastisch gesenkt wurde, kann die vertragliche Forderung von 200 kWh auf 100 kWh vermindert werden. Darüber hinaus wird der Verlauf der Aufnahme von kommerzieller Elektrizität auf ein Niveau gebracht, das einen großen Beitrag zur Verbesserung der Verfügbarkeit von kommerzielle Elektrizität erzeugenden Einrichtungen leistet.

25

30

Bei der beschriebenen Ausführungsform wird LNG als Primär-energie verwendet. Es ist möglich, fossile Energie, abgeleitet von LNG, Kohle oder Erdöl, Atomenergie aus Uran oder hydraulische Energie aus Wasserkraftwerken oder eine Kombination aus einigen dieser Energieformen einzusetzen. In einem solchen Fall können die Energiekosten, die Menge an Brennstoff, angegeben in LNG, und die Mengen an  $\text{CO}_2$  und  $\text{NO}_x$  entsprechend berechnet werden.

35

Die vorgenannte Ausführungsform kann einen Boiler oder eine Vorrichtung für eine kalte Kernfusion aufweisen, die dem System hinzugefügt werden, um als im System liegender Wärme-erzeuger zu fungieren und einem Wärmemangel zu begegnen, wenn

die Wärmeverbrauchenden Einrichtung größer ist als die durch den im System liegenden Wärmeerzeuger erzeugte Wärme. Es ist überflüssig zu erwähnen, daß als im System liegender Wärmeerzeuger ein Boiler verwendbar ist. Für den Boiler einsetzbare Brennstoffe sind beispielsweise Erdgas, Stadtgas, Schweröl, Leichtöl, Kohle und Stadtmüll. Der Boiler kann ein Wärmewiedergewinnungsboiler sein, der für eine Stadtmüll-Müllverbrennungsanlage vorgesehen ist. Der im System liegende Wärmegenerator kann ein Wärmeaustauscher sein, der als Wärmequelle ein warmes Fluid, wie Wasserdampf oder warmes Wasser, hergestellt durch einen separaten Boiler, benutzt. Eine Anlage zur kalten Kernfusion hat seit 1989 die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, als Fleismann und Pons sowie Jones et al. über die kalte Kernfusion berichteten.

Zum Beispiel beschreibt die PCT WO 90/10935 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen einer großen Wärmemenge durch Kernfusion. Gemäß dieser Veröffentlichung wird unter Verwendung als Platin oder ähnlichem als Anode und Palladium oder ähnlichem als Kathode eine Elektrolyse von schwerem Wasser durchgeführt. Dabei wird durch Füllen des Kristallgitters des Palladiums mit Atomen des schweren Wassers, um die Atomkerne des schweren Wassers sich einander anomal annähern zu lassen, mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Kernfusion herbeigeführt.

Die dadurch erzeugte Wärmemenge überschreitet die für die Elektrolyse erforderliche Energie. Somit kann eine Anlage zur kalten Kernfusion als Wärmeerzeuger im System gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden.

Auf diese Weise kann ein Boiler oder eine Anlage zur kalten Kernfusion verwendet werden, einer Wärmeknappheit zu begegnen, wenn die Wärmeverbrauchenden Einrichtung größer ist als die Wärme, welche durch den im System liegenden Energieerzeuger gebildet wird.

Die von dem Boiler erhaltene Wärme kann verwendet werden, wenn die Wärmeverbrauchende Einrichtung vorübergehend die Wärme übersteigt, die durch den im System liegenden Energieerzeuger erzeugt wird. Die Anlage zur kalten

5 Kernfusion kann im Falle einer normalen Wärmeknappheit benutzt werden.

Wenn der Wärmeverbrauch vorübergehend ansteigt und die Wärmeverbrauchende Einrichtung größer wird als die Wärme, die von dem im System liegenden Energieerzeuger gebildet wird, wird die von dem Boiler oder der Anlage zur kalten Kernfusion erhaltene Wärme zusätzlich verwendet. Dies ist insoweit wirtschaftlich, als ein kleiner im System liegender Energieerzeuger ausreicht und ein im System liegender 15 Energieerzeuger, der den maximalen Wärmeverbrauch decken kann, nicht nötig ist.

Das Einstellen der Koeffizienten "a", "b" und "c" auf den Ausdruck "y" (anfängliches Einstellen und Einstellungsveränderungen) sowie die Steuerungen des Betrieb können von einer zentralen Steuereinheit (einem zentralen Steuerraum, einem zentralen Steuerpult usw.) aus vorgenommen werden, und zwar über Leitungen, wie einer ausschließlichen Kommunikationsleitung, Telefonleitung, Energieleitung oder CATV oder über Funk. Solche Steuerungen beinhalten zum Beispiel die Auswahl 25 der energieverbrauchenden Einrichtungen (der stromverbrauchenden Einrichtung oder der wärmeverbrauchenden Einrichtung), wie sie von dem Energieverbraucher benutzt werden, die Energieauswahl (Elektrizität oder Wärme), die Belastungssteuerung und die Steuerung verschiedener Vorrichtungen, wie 30 von Ventilen.

Dies ermöglicht es, die Koeffizienteneinstellung und die Betriebssteuerungen von einem entfernten Ort aus durchzuführen, wodurch das System auf subtile und genaue Weise für seinen optimalen Betrieb gesteuert wird.

Neben dem im System liegenden Generator kann eine Absorptionsheizung/kühlung eingebaut werden, zum Beispiel ein Coerzeugungssystem, das einen Motor und eine Turbine, eine Brennstoffzelle oder ähnliches benutzt, oder es kann die Wärme verwendet werden, die durch den im System liegenden Generator als Wärmequelle erzeugt wird. Warmes oder kaltes Wasser oder warme oder kalte Luft, die dabei gebildet werden, können über Leitungen dem Energieverbraucher zugeführt werden. Dies ist nur eine Frage der thermischen Umwandlung oder des Orts der Installation oder des thermischen Konverters und ist deshalb eine Form der vorliegenden Erfindung.

Die vorliegende Erfindung kann in anderen speziellen Formen angewandt werden, und dementsprechend soll mehr auf die beigefügten Ansprüche als auf die vorstehende Beschreibung Bezug genommen werden, wenn der Schutzmfang der Erfindung festgestellt wird.

Patentansprüche

1. Energieversorgungssystem mit einer energieaufnehmenden Einrichtung (8) zur Aufnahme von elektrischer Energie von einem Kraftwerk, mindestens einer im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10) zum Erzeugen von Energie und Wärme unter Verwendung eines Kraftstoffs, der an einer Kraftstoffaufnahmeverrichtung (9) aufgenommen wird, einer Energieversorgungsvorrichtung (13a, 13b, 13c, 20) zum Liefern, bei gegenseitiger Verbindung im System, der an der Energieaufnahmeeinrichtung (8) aufgenommenen Energie und der durch die im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugten Energie zu einer energieverbrauchenden Einrichtung (3), und mit einer WärmeverSORGUNGsvorrichtung (19) zum Liefern der von der im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugten Wärme zu einer wärmeverbrauchenden Einrichtung (6), wobei das Energieversorgungssystem gekennzeichnet ist durch einen Arbeitsmengenrechner (11) zum Berechnen der Arbeitsmenge der genannten im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10), um eine Gleichung "y", die unten angegeben ist, zu minimieren, wenn ein Energiebedarf eines Energieverbrauchers gedeckt wird, wobei die genannte Gleichung

25

$$y = a \cdot L + b \cdot M + c \cdot N$$

30

lautet, worin "a", "b" und "c" Einflußkoeffizienten  $a \geq 0$ ,  $b \geq 0$  und  $c \geq 0$  sind, die nicht gleichzeitig den Wert null annehmen,

"L" Energiekosten bedeuten, die durch den Energieverbraucher getragen werden, wenn der genannte Energiebedarf gedeckt ist,

35

"M" eine berechnete Gesamtmenge an Primärenergie ist, die verbraucht wird, um den genannten Energiebedarf zu decken, und

5 "N" eine berechnete Gesamtmenge an Umweltverunreinigungen ist, die freigesetzt werden, wenn der genannte Energiebedarf gedeckt wird, sowie

10 durch eine Steuervorrichtung (17) zum Steuern der genannten im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10), um die Arbeitsmenge zu erfüllen, die durch den genannten Arbeitsmengenrechner (11) berechnet worden ist.

15 2. Energieversorgungssystem nach Anspruch 1, das ferner eine im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung (28) neben der genannten im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10) aufweist, wobei Wärme, die durch die im System liegende Wärmeerzeugungsvorrichtung (28) erzeugt worden ist, auch zu der wärmeverbrauchenden Einrichtung (6) geliefert wird.

20 3. Energieversorgungssystem gemäß der Definition im Anspruch 1 oder 2, vorzugsweise gemäß der Definition im Anspruch 2, die weiterhin eine Vorrichtung (50) zur Aufnahme von brennbarem Gas aufweist, wobei eine Kundenwärme verbrauchende Einrichtung (52) als eine energieverbrauchende Einrichtung des Energieverbrauchers vorgesehen ist, um als Wärmequelle ein Brenngas, das an der genannten brenngasaufnehmenden Vorrichtung (50) aufgenommen wird, und/oder die genannte Energie oder die genannte Wärme zu verwenden, wobei der erwähnte Energiebedarf einen Energiebedarf der genannten Kundenwärme verbrauchenden Einrichtung (52) einschließt.

4. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 3, worin die Gleichung "y" die Form  $y = a \cdot L$  annimmt.
5. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 3, worin die Gleichung "y" die Form  $y = b \cdot M$  annimmt.
- 10 6. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 3, worin die Gleichung "y" die Form  $y = c \cdot N$  annimmt.
- 15 7. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 6, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, worin die genannte im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung (10) mindestens eine Brennstoffzelle umfaßt.
- 20 8. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 7, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Wärmespeichervorrichtung zum Speichern von überflüssiger Wärme, die durch die genannte im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugt worden ist, und eine Wärmeergänzungsvorrichtung zum Liefern der in der genannten Speichervorrichtung gespeicherten Wärme an die wärmeverbrauchende Einrichtung (6) enthält.
- 25 9. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 8, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Vorrichtung zum Umwandeln von Elektrizität in Wärme aufweist, die betreibbar ist, wenn die Wärmebeladung der genannten wärmeverbrauchende Einrichtung (6) größer ist als eine Wärmemenge, die in der genannten im System liegenden Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugt worden

ist, um einen Wärmeausfall mit thermischer Umwandlung von überflüssiger Energie auszugleichen.

10. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 9, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Energiespeichervorrichtung zum Speichern eines Teils der Energie, die von der genannten Energieaufnahmeeinrichtung (8) geliefert wird, oder eines Teils der Energie, die durch die genannte im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugt worden ist, und zwar zu einer Zeit eines geringen Energiebedarfs, und eine Energieergänzungsvorrichtung zum Liefern der Energie, die in der erwähnten Energiespeichervorrichtung gespeichert ist, an die erwähnte energieverbrauchende Einrichtung (3), aufweist.
- 15
10. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 10, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Gasspeichervorrichtung (22) zum Speichern von mindestens Wasserstoffgas aufweist, das zusammen mit Sauerstoffgas durch eine Elektrolyse von Wasser, die unter Verwendung von überflüssiger Energie durchgeführt worden ist, hergestellt worden ist.
- 25
12. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 11, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Rückströmvorrichtung aufweist, um einen Rückstrom eines Teils der Energie, die durch die genannte im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugt worden ist, zu bewirken, wenn die Energie, die durch die genannte im System liegende Energieerzeugungsvorrichtung (10) erzeugt worden ist, einen Energiebedarf überschreitet.
- 30
- 35

13. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 12, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Reformierungsvorrichtung (15) zum Herstellen von Wasserstoffgas aus einem Kohlenwasserstoff-Kraftstoff, der an der genannten Kraftstoffaufnahmeverrichtung (9) aufgenommen worden ist, aufweist.
- 5
14. Energieversorgungssystem gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1 bis 13, vorzugsweise gemäß der Definition in einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, das weiterhin eine Solarzelle aufweist, die mit der genannten energieverbrauchenden Einrichtung (3) verbunden ist.
- 10

FIG. 1

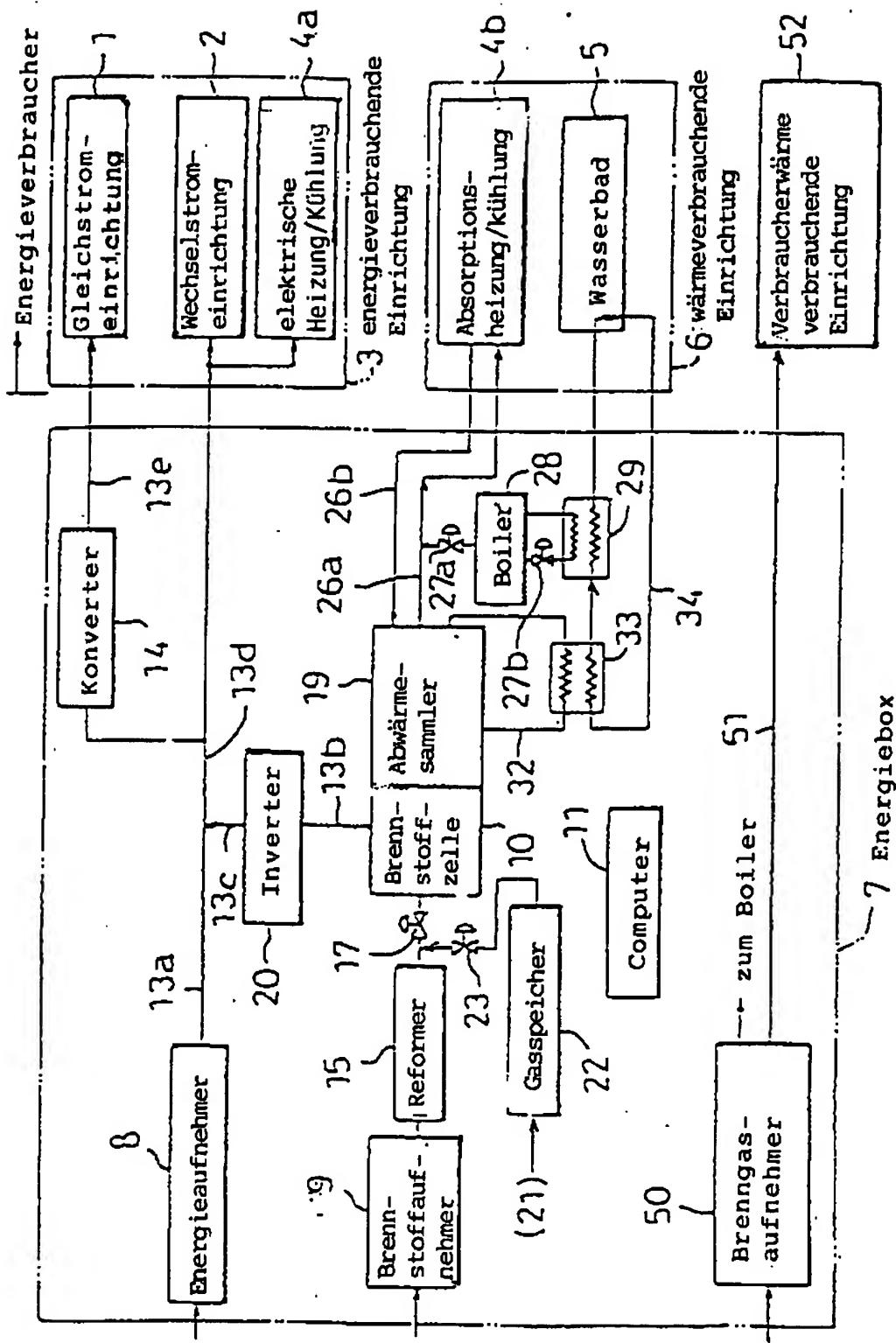
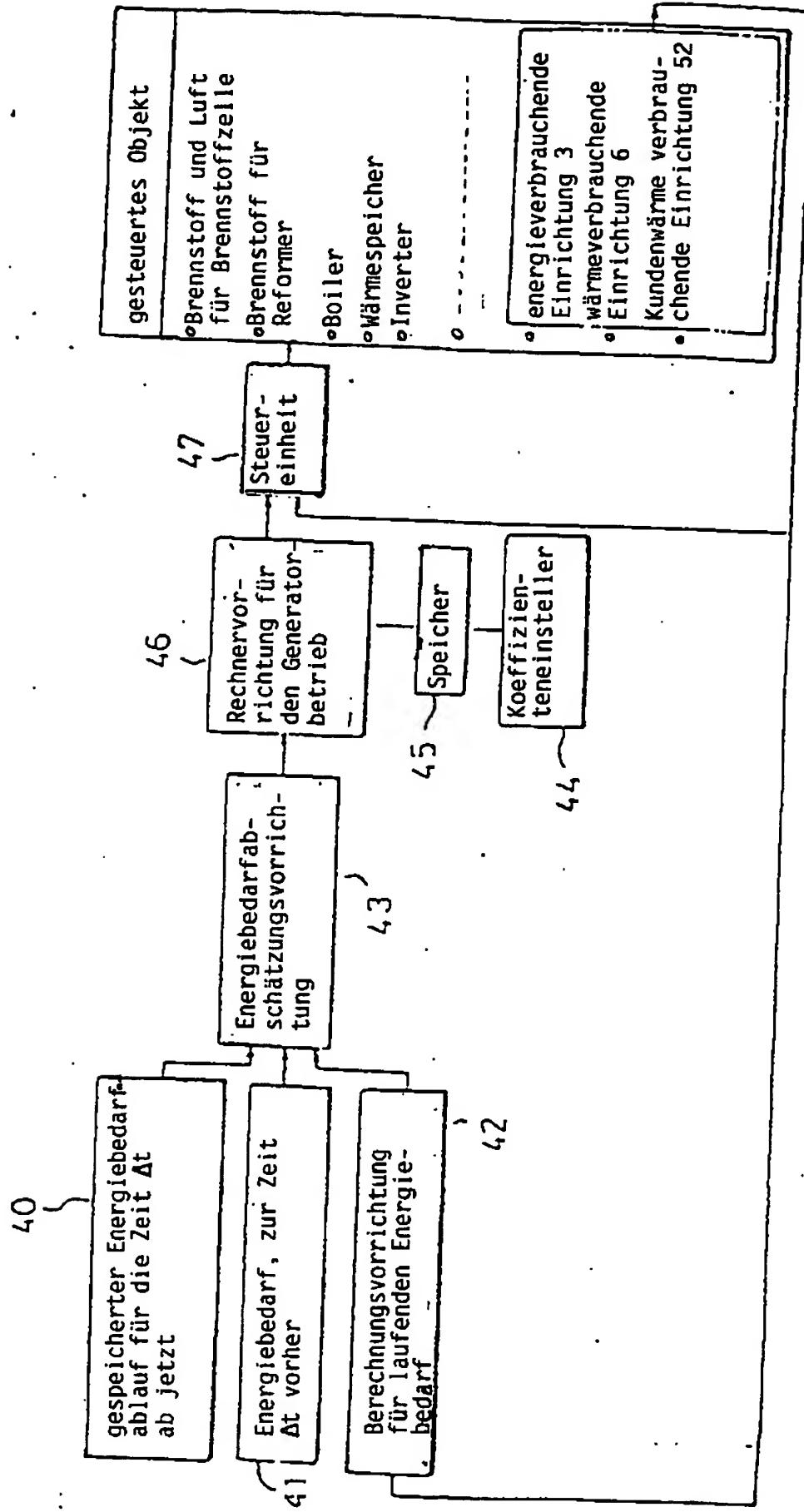
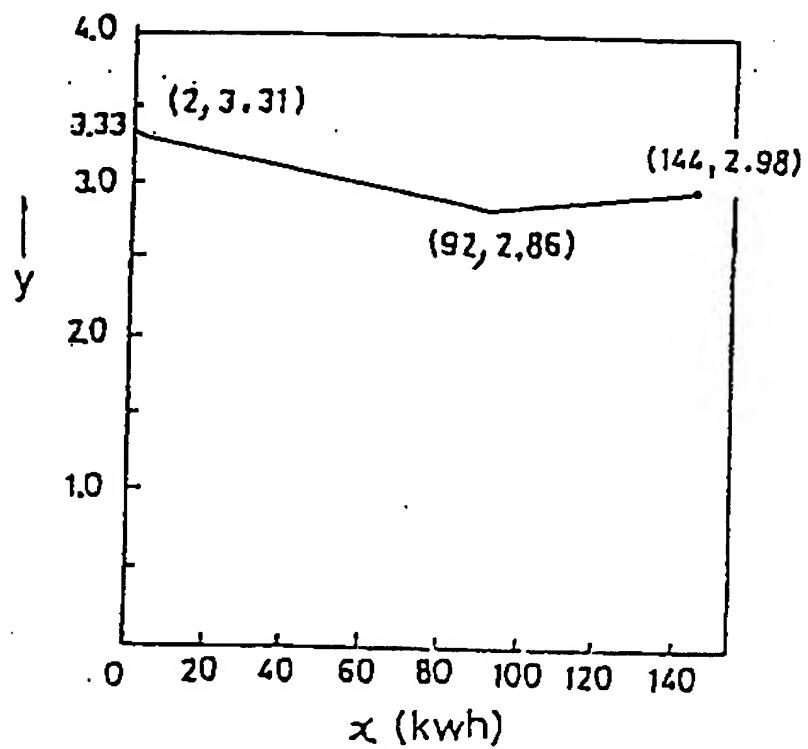


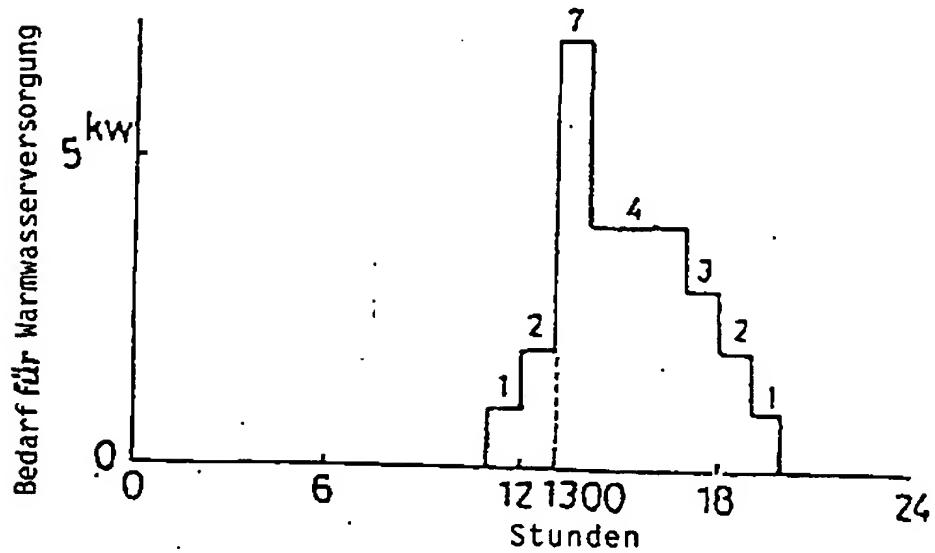
FIG.2



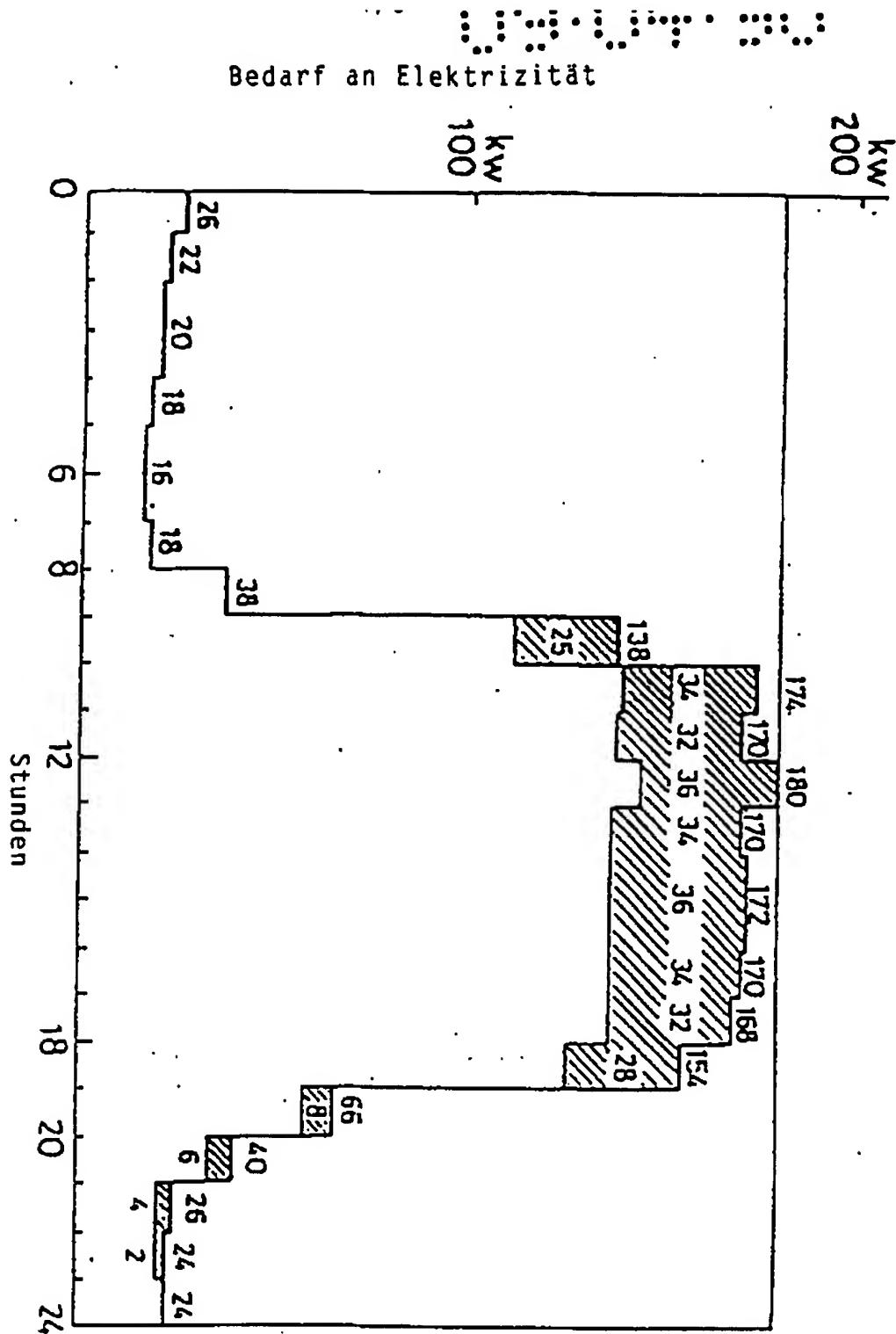
F I G . 3



F I G . 4



F I G. 5



Betrieb der Brennstoffzelle

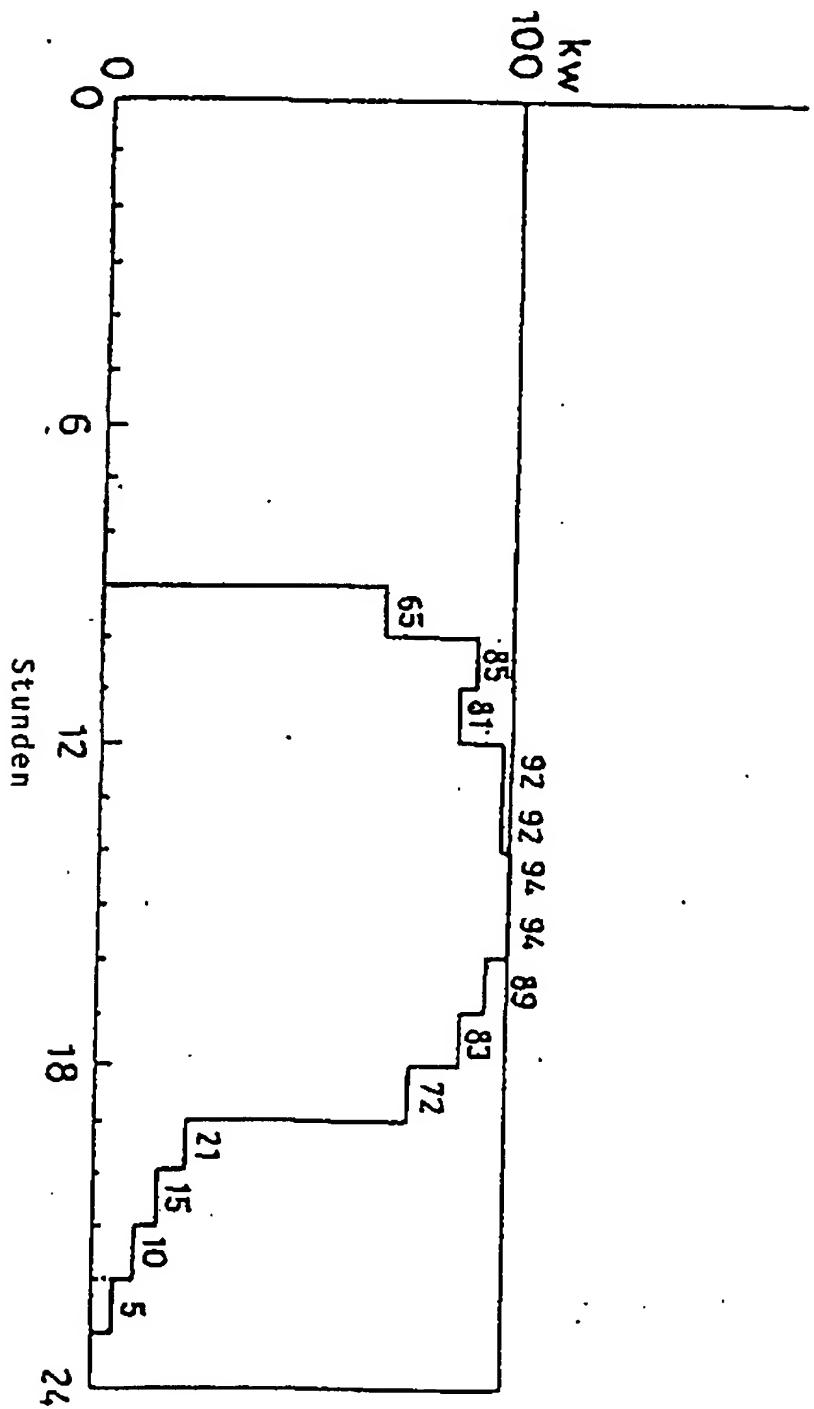
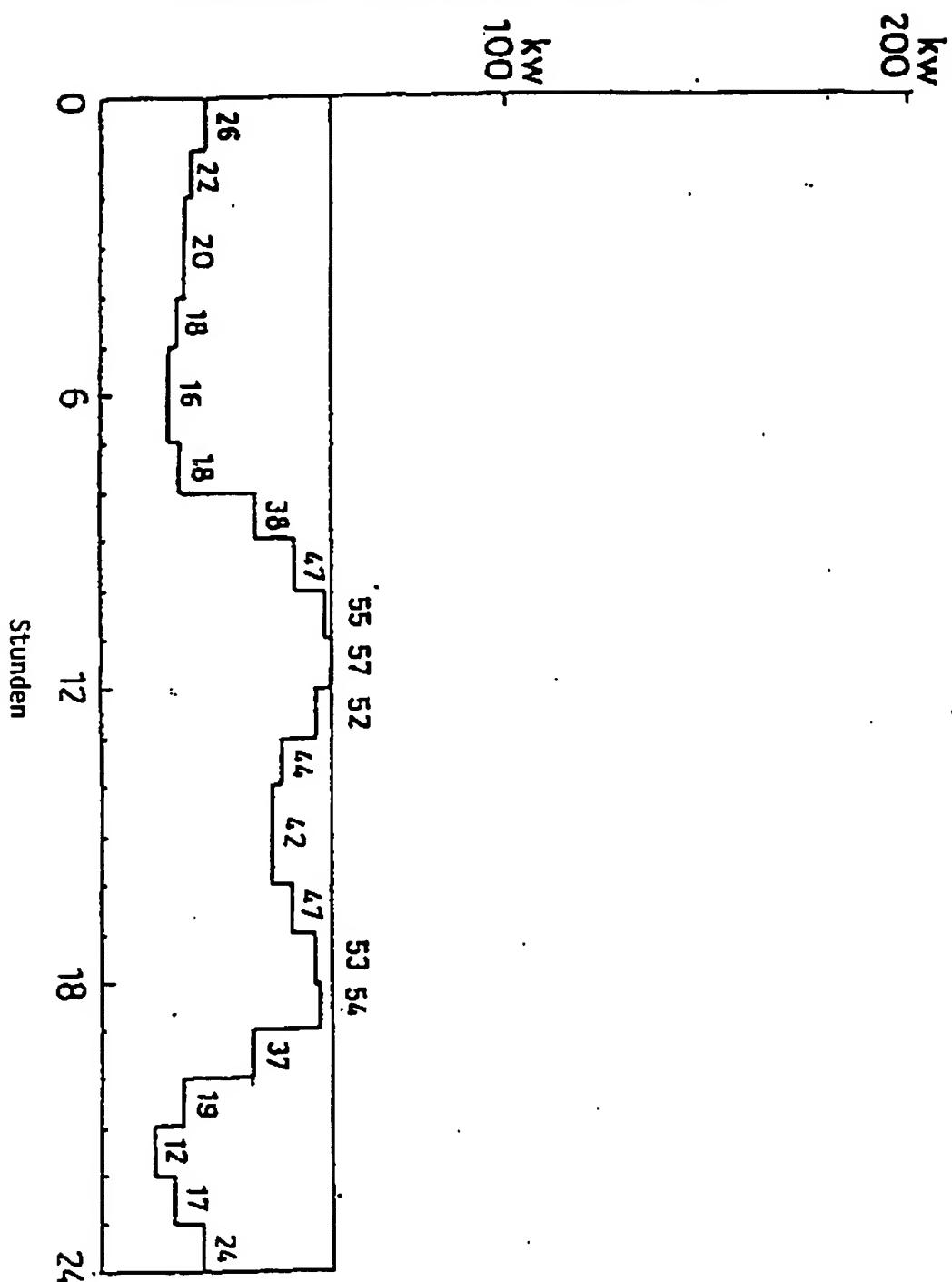


FIG. 6

F I G. 7

Aufnahme an kommerzieller Elektrizität



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**